tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 49 – nr. 5/6 – 1984

nederlands
elektronica-
en
radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, 2260AA Leidschendam. Gironummer 94746
t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

De vereniging stelt zich ten doel het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica en de informatietransmissie en - verwerking te bevorderen en de verbreiding en toepassing van de verworven kennis te stimuleren.

Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbarellidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt fl.60.-per jaar.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium kontakt op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 60,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

DE EXAMENS

De door het Genootschap ingestelde examens worden afgenomen in samenwerking met de "Vereniging tot bevordering van Elektrotechnisch Vakonderwijs in Nederland (V.E.V.)". Het betreft de examens:

a. op lager technisch niveau: "Elektronica monteur N.E.R.G.";
b. op middelbaar technisch niveau: "Middelbaar Elektronica technicus N.E.R.G.".

Voor deelname, inlichtingen omtrent exameneisen, reglement, en uitgewerkte opgaven wende men zich tot het Centraal Bureau van de V.E.V., Barneveldseweg 39, 3862 PB Nijkerk; tel. 03494 - 4844.

Uitreiking ereplaquette van de Stichting Dr.Ir. C.J. de Groot-fonds aan Prof.Dr.Ir. J.L. Bordewijk



De Stichting Dr.Ir. C.J. de Groot-fonds is genoemd naar de radiopionier, die zich bezighield met theoretisch en praktisch werk ten behoeve van de eerste radio-telegrafische verbinding tussen Nederland en Indonesië. Tenminste eenmaal in de vijf jaar wordt door deze Stichting een ereplaquette uitgereikt aan een Nederlander, die zich bijzondere verdiensten verworven heeft op het gebied van de Elektrotechniek. Op 28 november 1984 werd in een bijzondere bijeenkomst de ereplaquette aan ons erelid Prof.Dr.Ir. J.L. Bordewijk uitgereikt.

Bij deze gelegenheid belichtte Ir. A. Boesveld als voorzitter van het Stichtingsbestuur de doelstellingen van de Stichting, sprak Prof.Ir. IJ. Boxma de considerans uit en werd de plaquette uitgereikt door C.J. Willems, ad hoc voorzitter van de keuzecommissie.

De door Prof. Boxma uitgesproken considerans wordt hieronder weergegeven.

Na voltooiing van zijn studie voor elektrotechnisch ingenieur aan de Technische Hogeschool Delft in 1946 trad Jan Lourens Bordewijk in dienst bij het Staatsbedrijf der PTT. Hier hield hij zich bezig met research op het gebied van de telecommunicatietechniek, waarbij hij onder meer aandacht besteedde aan grensgevoeligheid en aan thermische en intermodulatieruis. Daarnaast had de theorie van de elektrische netwerken zijn belangstelling. Dit vormde ook het onderwerp voor het proefschrift, getiteld: "Interreciprocity, applied to electrical networks", waarmee hij in 1956 promoveerde tot doctor in de technische wetenschappen, met als promotor Prof.Dr.Ir. B.D.H. Tellegen.

In een latere functie bij de Afdeling Omroep en Televisie van de PTT speelde Bordewijk een belangrijke rol bij het ontwerp en de realisering van de na-oorlogse telecommunicatiestructuur in Nederland. In de jaren na de tweede wereldoorlog ontstond een sterke groei van telefonie- en telexverkeer, terwijl ook het voor Nederland nieuwe medium televisie zich aandiende. Het transport van de breedbandige televisiesignalen over grote afstanden was slechts te realiseren door gebruik te maken van de microgolfradioweg. Gestimuleerd door de wens de kroning van koningin Elizabeth van Groot-Brittanië in Nederland op de televisie te brengen, kwam een geïmproviseerd straalverbindingsnet tot stand, dat tot de technische hoogstandjes van die tijd moet worden gerekend. Het succes hiervan gaf de stoot tot de invoering van een straalverbindingsnet over heel Nederland, waarover behalve televisiesignalen ook omroep- en telefoniesignalen getransporteerd konden worden. De voor dit net benodigde torens werden op daartoe geschikte plaatsen ook van televisie-

en FM-omroepzenders voorzien, waardoor Nederland een van de eerste landen werd die een volledige bedekking met binnenlandse omroepprogramma's had. Bordewijk moet worden gezien als de "architect" van dit telecommunicatie-infrastructurele bouwwerk. In deze zelfde periode nam Bordewijk actief deel aan internationaal overleg in CCIR-verband over telecommunicatienormen.

In 1960 werd Bordewijk benoemd tot buitengewoon hoogleraar en in 1962 tot gewoon hoogleraar in de transmissie van informatie aan de Technische Hogeschool Delft. Ruim 200 studenten zijn bij hem afgestudeerd. Bordewijk legde bij de opleiding in de telecommunicatietechniek niet alleen de nadruk op de theoretische grondslagen, maar kweekte ook door middel van veel praktisch onderzoek interesse voor en inzicht in de veelzijdige toepassingsmogelijkheden van het telecommunicatievak.

Bordewijk zag reeds vroeg het belang van de rakettechniek, die telecommunicatiesatellieten mogelijk maakte. Hij zette zich in voor het op gang brengen van activiteiten op het gebied van de satellietcommunicatie in Nederland, in nauwe samenwerking met de Eindhovense hoogleraar Prof.ir. B. van Dijl. In 1965 werd de "Werkgroep tot voorbereiding van de vestiging van een satellietgrondstation in Nederland" opgericht, waarin vertegenwoordigers van de PTT, de Technische Hogescholen Delft en Eindhoven, alsmede de industrie participeerden. Dit heeft geleid tot het totstandkomen van het grondstation voor satellietcommunicatie te Burum en het instellen van het Wetenschappelijk Samenwerkingsverband Microgolfcommunicatie, dat de activiteiten op het gebied van de microgolfradiocommunicatie in Nederland ging coördineren.

De telecommunicatieproblematiek in ontwikkelingslanden sprak Bordewijk bijzonder aan. Uit discussies met staf en studenten kwamen ideeën naar voren ter verbetering van onderwijshulpmiddelen in derde-wereldlanden, zoals de ontwikkeling van een nieuw audiovisueel onderwijssysteem, het zogenoemde "Elektronisch schoolbord". Bij de ontwikkeling van dit schoolbord werkte hij nauw samen met het Institut Teknologi Bandung. Het genoemde onderwijssysteem voorzag televisie-ontvangers, aangesloten op een normale radio-ontvanger, op goedkope wijze van geschreven en getekende "groeibeelden". Vooral de uit het elektronische schoolbord afgeleide toepassingen, zoals de schrijftelefoon en de audio-grafische studio, werden een succes. Deze apparatuur is door een Nederlands elektronisch bedrijf in produktie genomen.

De snelle ontwikkeling op het gebied van de technologie van "integrated circuits" en van glasvezelcommunicatie maakte optische transmissie van breedbandige signalen eerder dan verwacht mogelijk. Bordewijk voorzag belangrijke toepassingsmogelijkheden en zette zich opnieuw in voor een nationale aanpak. Samen met PTT, industrie en de Technische Hogescholen Delft en Eindhoven werd het DIVAC-projekt opgezet. DIVAC is een afkorting van DIgitale Verbinding Abonnee-Centrale. In het kader van dit projekt werd een proefsysteem gebouwd om de mogelijkheden na te gaan van een geïntegreerd lokaal breedbandig glasvezelnet. Informatiestromen van honderden megabit per seconde over het net werden mogelijk.

De telecommunicatie-infrastructuur had altijd de grote belangstelling van Bordewijk. Veelvuldig hield hij voordrachten op conferenties en symposia om zijn visie uit te dragen. Hierbij was altijd sprake van een sterke maatschappelijke betrokkenheid. Als voorbeeld moge hiervoor dienen het samen met de heer B. van Kaam geschreven boek "Allocutie, enkele gedachten over communicatievrijheid in een bekabeld land", waarin een fundamentele classificatie van telecommunicatiediensten wordt gegeven.

In opdracht van de minister van Onderwijs en Wetenschappen stelde hij, samen met Prof.dr.ir. J.C. Arnbak van de Technische Hogeschool Eindhoven, het eindrapport op van de Projektgroep Beleid Informatietoepassingen, getiteld: "Basis voor een tele-informatiebeleid". Ook zijn benoeming in 1966 als lid van de Omroepraad en in 1977 als lid van de "Müncher Kreis" (Übernationale Vereinigung für Kommunikationsforschung) bevestigden zijn erkenning als telecommunicatie-autoriteit.

Bordewijk heeft in al zijn aktiviteiten niet gewerkt vanuit een academische ivoren toren, maar voelde zich er persoonlijk intens bij betrokken. Door vele discussies en door deel te nemen aan toonaangevende adviescolleges wist hij zijn visie uit te dragen, terwijl hij in een groot aantal publikaties op heldere wijze het noodzakelijk inzicht in moderne telecommunicatiestructuren, ook aan niet-technici, wist te verschaffen.

We mogen concluderen, dat Bordewijk een *wegbereider* was voor de moderne telecommunicatie-infrastructuur, een *leermeester* voor velen die werkzaam zijn in de telecommunicatie en een *stimulator* voor het verkrijgen van inzicht in de mogelijkheden van de telecommunicatie-technologie in de komende jaren. Op grond van deze overwegingen heeft het bestuur van de Stichting Dr.Ir. J.C. de Groot-fonds besloten de eenmaal in de vijf jaar uit te reiken plaquette toe te kennen aan Professor Doctor Ingenieur Jan Lourens Bordewijk.

OPTISCHE FIBER SENSOR WERKING, EEN DOEL EN EEN MIDDEL*)

Dr. P.J. Severin, Ing. E.A. Dirven
Philips Research Laboratories
5600 JA Eindhoven - The Netherlands

Optical fiber sensor effects, a purpose and a means. The parameters which determine the phase and loss of light propagating in an optical fiber are modified by external influences. In a multimode fiber, excited with coherent light, spurious phase fluctuation cause model noise. Microbending gives rise to loss by the generation of weakly bound modes. In single mode fibers stretching, temperature and pressure modify the phase, which can be measured in an interferometer. The sensitivity to these influences should be maximum in a sensor fiber and minimum in a telecommuncation fiber. This depends strongly on the construction of the fiber. A number of variations in the construction is discussed with the numerical parameters involved.

1. Inleiding

In de praktijk is een optische fiber geenszins het uniforme en passieve medium dat door de electromagnetische theorie beschreven wordt; bepaalde beïnvloeding van buiten doet de ruis in het optische signaal toenemen. Door de parameters die de voortplanting van licht in de fiber beschrijven met opzet te beïnvloeden, kan de gevoeligheid van die fiber voor veranderingen in die parameters gemeten worden. Dit kan zowel een doel als een middel zijn. In een fiber bedoeld om als sensor te worden gebruikt moet zo'n parameter, bijv. de brekingsindex, maximale gevoeligheid vertonen voor verstoring door een daarmee te meten grootheid, bijv. de temperatuur. In een fiber, ontworpen als communicatie fiber, levert de sensorwerking het middel om deze gevoeligheid te onderzoeken. Het is zo mogelijk theoretisch en experimenteel de opbouw te bepalen waardoor de fiber minimale gevoeligheid vertoont voor beïnvloeding van deze parameters. De bedoeling van deze bijdrage is de sensorwerking te beschrijven en te laten zien dat het hier gaat om twee tegenovergestelde kanten van hetzelfde probleem: wat gemaximaliseerd moet worden voor de sensorfiber moet geminimaliseerd worden voor de telecommunicatiefiber.

In het volgende hoofdstuk zal eerst kort worden ingegaan op het onderzoek aan fibers als sensor. Daarna volgt een uitgebreidere beschrijving van de hinderlijke en

*) Uitgewerkte versie van een voordracht gehouden op het KNCV/NNV zomercongres 1983: Lasers en Licht, Eindhoven

wezenlijk beperkende ruis effecten in diverse fiber communicatie systemen tengevolge van sensorwerking. In de hoofdstukken 3, 4 en 5 worden enige voorbeelden gegeven van sensorwerking, achtereenvolgens in multimode fibers via de intensiteit, in ronde monomode fibers via de fase en in onronde monomode fibers via de polarisatie toestand. Deze verstoringen kan de communicatiefiber in de praktijk ondervinden; tevoren moet onderzocht zijn in welke mate zij het signaal beïnvloeden.

2. Sensoren en systemen

Er wordt op het ogenblik intensief gewerkt op het gebied van optische fiber sensoren. In het algemeen ondervinden innovaties weerstand, niet het minst in de techniek, alleen al omdat er vaak een nieuwe deskundigheid wordt gevraagd. Ook geldt dat een innovatie eerder geaccepteerd wordt naarmate er meer in een echte, al bestaande behoefte voorzien wordt. Op het gebied van fibersensoren geldt dit nu eigenlijk alleen voor de fiber hydrofoon en voor de fiber gyroscoop. Het werk aan de hydrophoon (Giallorenzi 1982) is sterk militair gericht en het Naval Research Laboratory te Washington D.C., neemt een vooraanstaande plaats in. Het toepassingsgebied van de gyroscoop (Ezekiel 1982) is veel breder; het zou zelfs in de auto nuttig kunnen zijn voor computer-gestuurde oriëntatie.

In een aantal andere toepassingen lost de gevoeligheid van een fiber voor grootheden zoals temperatuur, druk, straling, magnetisch veld e.d. weliswaar incidentele meetproblemen op, maar is een commerciële productie anders dan van specialties nog niet levensvatbaar. Ook moet niet over het hoofd worden gezien dat van de totale transducer de fiber slechts het sensordeel is, dat de gevoeligheid bepaalt, maar dat bron en electronica mede de kwaliteit bepalen. Het afgegeven meetsignaal moet stabiel en reproduceerbaar zijn met vaste nul, liefst lineair over het meetbereik e.d. Voor fibersensoren is verder de selectiviteit soms een probleem, d.w.z. de fiber moet niet gevoelig zijn voor andere dan de te meten grootheid. Temperatuur of drukmeting zijn bijv. niet moeilijk, maar er zijn wel speciale maatregelen nodig om bij een drukmeting temperatuureffecten uit te sluiten.

De mogelijkheid van remote sensing in moeilijk toegankelijke of storende omgeving is en blijft natuurlijk een aantrekkelijk aspect van fiber sensoren.

De effecten van sensorwerking in een telecommunicatie fiber worden geconstateerd als relatief toegenomen ruis. In een multimode fiber wijzigt de verdeling van het vermogen over de verschillende moden zich met de lengte door mode-afhankelijke verliezen. Varieert deze verdelingsverandering statistisch over de lengte van de fiber en tussen fibers onderling dan blijken de gemeten waarden van de verschillende fiberparameters afhankelijk van de ingestuurde modeverdeling. Wijzigt zich ergens de modeverdeling in de tijd, dan levert dit ruis.

Ernstiger is dat de voor de voortplanting van het licht in de fiber belangrijke parameters ook fluctuaties in de tijd vertonen, die de fase van de mode beïnvloeden. Dit levert dan in iedere doorsnede, en dus ook aan het uiteinde van de fiber, een in de tijd variërend mode-interferentie patroon, meestal aangeduid als speckle patroon. De belangrijkste oorzaken hiervan zijn brekingsin-

dex variaties door temperatuur variaties en microbendingsvariaties door beweging. Eenzelfde effect treedt ook op wanneer de frequentie van de door de laser uitgezonden moden in de tijd varieert door de directe modulatie zelf en, langzamer, door temperatuursfluctuaties. Omdat in een fiber in principe de moden onderling onafhankelijk zijn, orthogonaal op elkaar staan, vertoont het gedetecteerde vermogen geen fluctuaties. Mode-afhankelijke effecten leiden echter dan weer tot fluctuaties in de tijd. Plaatsen waar de modenverdeling relatief ingrijpend gewijzigd wordt, zoals connectors, bochten en knelpunten, zijn hiervoor zeer werkzaam. Dit soort effecten, waarbij phase variaties in intensiteitsvariaties worden omgezet, worden samengevat onder de term "modal noise" (Epworth 1978, 1981).
Een ander effect in een multimode laser is dat de lijnen in het uitgezonden spectrum intensiteitsfluctuaties vertonen bij gelijkblijvend totaal vermogen. Dit wordt veroorzaakt door golflengte-afhankelijke mode effecten, in het bijzonder de looptijd, de z.g. "mode partition noise" (Ogawa 1982). Er doen zich ook mengvormen voor, bijv. "modal mode partition noise" (Throsell 1983) en verwante effecten zoals "polarization mode noise".

Dergelijke effecten zijn sterker naarmate de moden in de fiber meer coherent zijn. Het eerste stuk van een fiber is daarom het meest critisch. In een fiber met pulsdispersie τ, gekoppeld aan een laser met een lijnenspectrum op onderlinge afstand Δf en ieder δf breed zijn de karakteristieke lengten waarover de coherentie en dus de sterkte van de modal noise bron afneemt $1/\tau\Delta f$ en $1/\tau\delta f$ (Dändliker 1983). In een stepindex multimode fiber kan de eerst minder dan 1 m zijn, in een graded-index multimode fiber kan de tweede meer dan 1 km zijn. Gewoonlijk wordt de kwaliteit van een fiber uitgedrukt in termen van demping en bandbreedte. Deze bepalen wel de signaalsterkte maar in een systeem gaat het om een bepaalde signaal/ruis verhouding. De ruis hangt sterk af van de combinatie van fiber opbouw en de gebruikte laser. Voor de vergroting van de maximaal overbrugbare afstand is verkleining van de verschillende vormen van modal noise in de laser-fiber combinatie van even groot belang als vergroting van de transmissie en bandbreedte van de fiber zelf. De beide laatste parameters zijn door uitgekiende chemisch/physische processen vrijwel tot hun theoretische grenzen teruggebracht.
De gevoeligheid voor beïnvloeding van buiten is, naast de frequentie-instabiliteit van lasers, de reden dat coherente systemen met heterodyne of homodyne detectie nog niet worden toegepast. Dergelijke systemen leveren een 20 tot 30 db betere signaal/ruis verhouding ofwel dezelfde signaal/ruis verhouding over grotere afstand (Nakasawa 1981, Okoshi 1981, Smith 1983). Modal noise is alleen echt te vermijden in een monomode fiber in combinatie met een index-guided laser die slechts een spectraallijn uitzendt (Petermann 1981). In toekomstige breedband netwerken zullen alleen monomode fibers worden toegepast en wel eerst bij een golflengte van 1.3 µm wegens de minimale dispersie (Baack 1983a), en dan bij 1.55 µm wegens de minimale demping. Het wordt steeds duidelijker dat wanneer het tot de aanleg van een abonneesysteem komt, daar wegens prijs en complexiteit (Baack 1983b) de voorkeur gegeven zal worden aan frequentie-multiplexing boven kleur-multiplexing, dus ook daar aan monomode fibers. Om "polarization mode noise" te ver-

mijden moet deze monomode fiber bovendien óf zeer weinig óf zeer sterk lineair dubbelbrekend zijn, of liever nog circulair-dubbelbrekend (Okoshi 1981). In de gewone, matig lineair dubbelbrekende fiber, levert ingestraald lineair gepolariseerd licht sterke interferentie patronen op die polarization mode noise veroorzaken.

Er is op het ogenblik een sterk toenemende belangstelling voor korte afstand verbindingen van betrekkelijk lage bandbreedte voor computer netwerken in industriële omgevingen (Proc. Fiber Optics 1983, Dynamic Measurements 1983). Hiervoor wordt dan ook een LED gebruikt, die bovendien betrouwbaarder en goedkoper is dan een laser. Om het vermogen effectief in te koppelen is hier een dikke kern van iets grotere numerieke apertuur nodig. Nu wordt hiervoor vaak een conventionele graded-index fiber gebruikt, waardoor slechts enige procenten van het LED vermogen in de fiber wordt ingekoppeld (van der Fluit 1983).

Zolang de markt nog niet het volume bereikt heeft dat productie van dikke kern en monomode fibers apart mogelijk is, wordt de parabolische graded-index fiber vaak gebruikt voor beide doelen. Fysisch is deze oplossing echter verre van ideaal. In een graded-index fiber blijft coherentie over grote lengte behouden en daarmee de gevoeligheid voor modal noise. Door het gebruik van een gain-guided laser, die een breed spectrum heeft met vele lijnen en daarin op een LED lijkt, wordt dit enigszins ondervangen (Petermann 1981, Baack 1983a). In deze bijdrage worden aan meest eigen experimenten enige voorbeelden van sensorwerking beschreven met op de achtergrond de toepassing als testmethode voor de gevoeligheid van de telecommunicatie fiber voor uitwendige beïnvloeding en dus voor de verschillende vormen van modal noise.

3. Multimode fiber sensor

In een optische fiber plant het licht zich voort in een aantal moden met ieder een eigen azimuthaal mode getal l en een radiaal mode getal p. Het blijkt dat in een step-index fiber en in een graded-index fiber met parabolische verdeling n(r) van de brekingsindex n over de kern, deze twee getallen gecombineerd kunnen worden tot een hoofd mode getal m=l+2p.

Met veldsterkte E_m en voortplantingsconstante β_m wordt het totale electrische signaal geschreven als

$$E = \sum_{m=1}^{M} E_m e^{-j(\omega t - \beta_m z)}$$

De voortplantingsconstante β_m is een functie van de frequentie ω; de preciese vorm van deze dispersierelatie hangt af van n(r). Meestal wordt in plaats van de frequentie het V getal gehanteerd, terwijl β ook genormeerd wordt tot b, zoals weergegeven in het schematische dispersiediagram in Fig. 1. Hierin zijn $k=\omega/c$, n_1 en n_2 brekingsindex op de as en in de mantel, $\Delta = (n_1-n_2)/n_1$, $n_e=\beta/k$ is de effectieve brekingsindex, a is de kernstraal en A is de totale fiber straal.

In het algemeen is het aantal moden dat zich als gebonden mode kan voortplanten in een fiber evenredig met V^2, met evenredigheidsconstante afhankelijk van n(r). Voor step- en parabolische graded-index fiber is door het bestaan van een hoofd mode getal m het aantal vrijheidsgraden minder en is het aantal onderscheidbare moden evenredig met V. In een step-index fiber is de maximale waarde M=V/2 en in een parabolische graded fiber M=V/4. Dit laatste type fiber neemt een

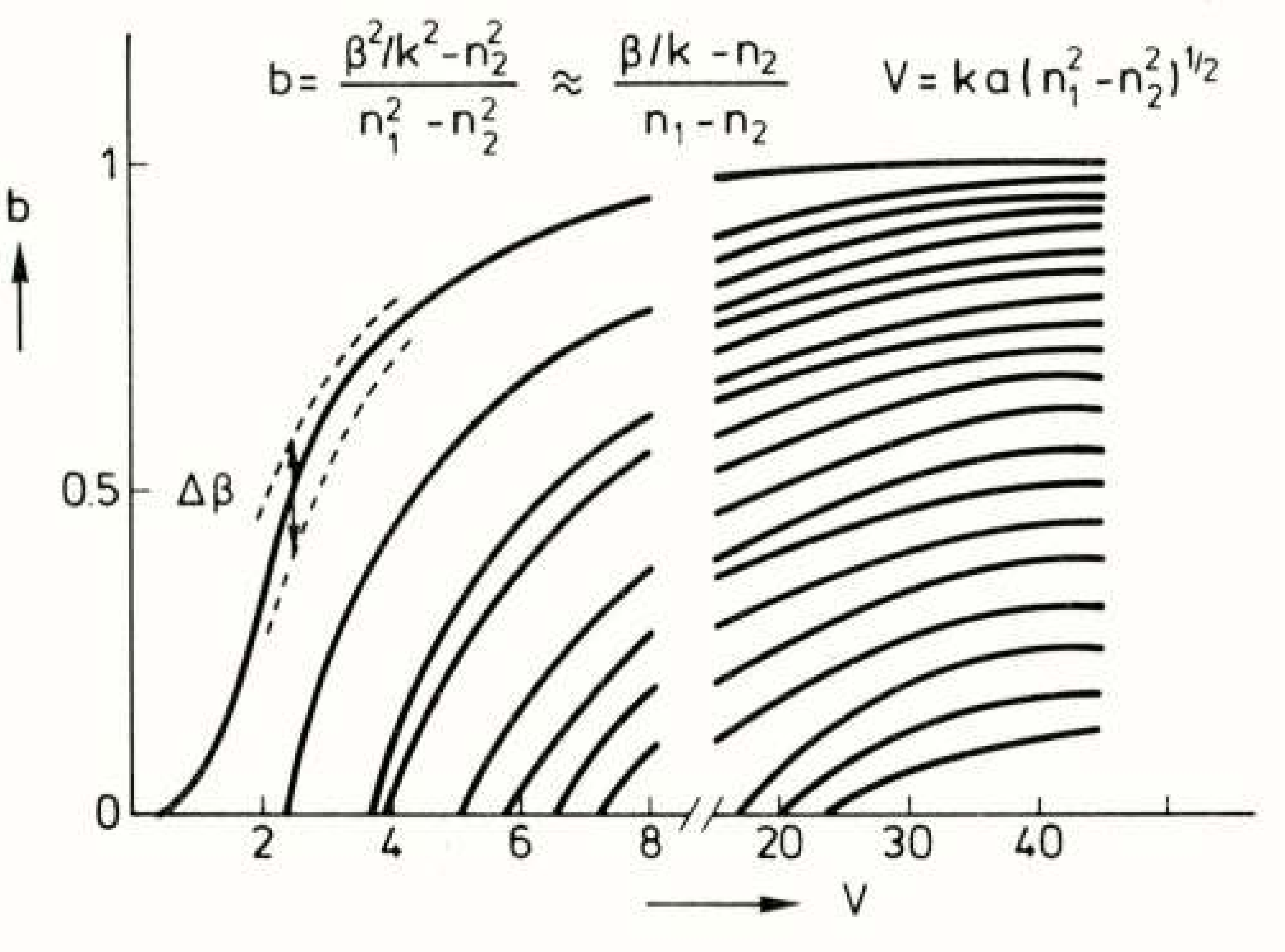


Fig. 1. De genormeerde voortplantingsconstante b als functie van de genormeerde frequentie V.
De rechterzijde geeft de dispersierelatie voor een multimode fiber, de afstand tussen twee moden is gelijk voor een graded-index fiber en neemt naar boven af voor een step-index fiber. De linkerzijde toont de dispersierelatie voor een monomode fiber met splitsing $\Delta\beta$ voor moden met twee onderling loodrechte polarisaties in een niet rotatie symmetrische fiber.

bijzondere plaats in omdat voor een waarde van V de moden op gelijke afstand $\Delta\beta = \sqrt{2\Delta}/a$ van elkaar liggen in het dispersie diagram. Dit betekent dat na een afstand L, waarin $L = 2\pi/\Delta\beta$, alle moden weer dezelfde phase hebben. Wat er precies gebeurt kan het duidelijkst worden voorgesteld aan de meridionale moden, gekarakteriseerd door l=0. Bij iedere waarde van m hoort een meridionale straal, ingestraald in het centrum van de fiber onder een met m, van 1 tot M, toenemende hoek met de as. Deze gaan alle door hetzelfde punt op afstand L en hebben dan dezelfde optische weg afgelegd. Dit betekent dat een parabolische graded-index fiber een lens is.

Het blijkt dat in een fiber twee moden met voortplantingsconstanten β_1 en β_2 worden gekoppeld door een uitwendige verstoring, bijv. in de kerndiameter, met periode $\Lambda = 2\pi/(\beta_1 - \beta_2)$. In feite wordt op iedere plaats van maximale verstoring enige nieuwe moden opgewekt die bij een kleine verstoring erg lijken op de orginele mode β_1. Een afstand Λ verder is de nieuwe mode met $\beta_2 = \beta_1 - 2\pi/\Lambda$ juist weer in phase met de orginele. In een parabolische graded-index fiber koppelen dus ten eerste alle moden sterk met elkaar als scherp geldt $\Lambda = 2\pi/\Delta\beta$. Echter een mode die net nog als gebonden mode wordt voortgeplant, genereert met hetzelfde mechanisme moden die niet meer verliesvrij worden voorgeplant. Alle overige goed gekoppelde moden dienen voor deze verliespost als bron. Een raster dat op een fiber gedrukt wordt en gedraaid tot de periode Λ precies overeenkomt met $\Delta\beta$, is dan ook bekend als een goed werkende sensor (Horsthuis 1982/1983). De periode L is in de gebruikelijke parabolische graded-index fiber ca. 1.2 mm. Het gemeten licht verlies is redelijk evenredig met de uitgeoefende druk en dit is ook in een kabel te gebruiken als sensor (de Jongh 1983).

Wanneer een ruw oppervlak gedrukt wordt tegen een graded-index fiber, vindt in principe hetzelfde effect plaats; echter niet resonant en met veel kleinere amplitude omdat alleen de hoogste moden koppelen naar minder gebonden moden met groter verlies en de andere niet meer als gekoppelde bronnen werken. Een ruw oppervlak gedrukt tegen een step-index fiber, is dan effectiever omdat alle moden als bron kunnen fungeren. Het effect van een ruw oppervlak wordt microbending genoemd. Men moet om het totale effect te berekenen een aanname maken over de verdeling van de amplitude als functie van de periode.

Deze kan liggen tussen meters en zeg 10 maal de fiberdiameter. De verliesterm α_m die door microbending wordt veroorzaakt, is over een redelijk bereik golflengte - onafhankelijk. Het is een maat voor de perfectie van het trekproces en belangrijker naarmate absorptie en strooiingsverliezen lager zijn. Microbendingseffecten worden in de praktijk altijd waargenomen in een fiber,ook al wordt die bij het trekken in lijn voorzien van een zachte en een harde primaire coating en daarna bij het verkabelen door extrusie van een harde secundaire coating. Wanneer een dergelijke fiber dan wordt blootgesteld aan de gespecificeerde temperatuurgang van 70°, wordt dit proces nog variabel. De bedoeling is dat de opbouw van deze bekledingen en de verkabeling de gevoeligheid voor microbending verkleinen of maar weinig vergroten. Op het verschijnsel van stuiken dat met een harde primaire coating verminderd kan worden, wordt hier niet ingegaan.

Om het effect van de coatinglagen op degeneratie van microbending verliezen te bestuderen is het gewenst dat de test fiber goed gevoelig is voor microbending.De gevoeligheid wordt bepaald door de opbouw. Experimenteel is gevonden (Tanaka 1980) dat de verlies term $\alpha_m \sim a^4/\Delta^3$. Uiteraard moet voor grote gevoeligheid ook de manteldikte A-a klein zijn. Anderzijds moet om door het uitoefenen van microbending zoveel mogelijk moden van gebonden moden tot niet of minder gebonden moden te maken, een relatief groot aantal moden eigenlijk nog maar net gebonden zijn, d.w.z. dicht bij cut-off liggen. Dit betekent dat de fiber weinig moden moet bevatten, dus kleine waarden van a en Δ . Dit zijn tegenstrijdige eisen. De oplossing is een fiber met als kern een dunne ring. Deze kan men zich denken als een platte dunne strip, die rondgebogen is over een straal groot t.o.v. de dikte van de strip. De dunne strip gedraagt zich als een fiber met zeer weinig moden. Door de kernring aan de buitenzijde van slechts een kleine dikte mantelmateriaal te voorzien, is de gevoeligheid voor invloed van buiten groot. Omdat er toch binnenin veel ruimte is, is op de as een gewone kern aangebracht. Wanneer de buitenkern als sensor dienst doet, kan de binnenkern als referentie of als retourleiding dienen. Een dergelijke fiber kan behalve als sensor en als testfiber voor bekledings/bekabelingseffecten, ook dienen als ultra-security fiber. Een bewakingssignaal dat door de buitenkern wordt gestuurd, is zeer gevoelig voor aanraking van buiten. Fig. 2 laat de opbouw zien; de buitenkern en de mantel zouden beide dunner, zeg 10 µm, kunnen zijn. Fig. 2 laat ook de demping α_i en α_u zien van de binnen- en buitenkern, gemeten op de trekrol, waar de fiber onder trekspanning staat. Dit levert

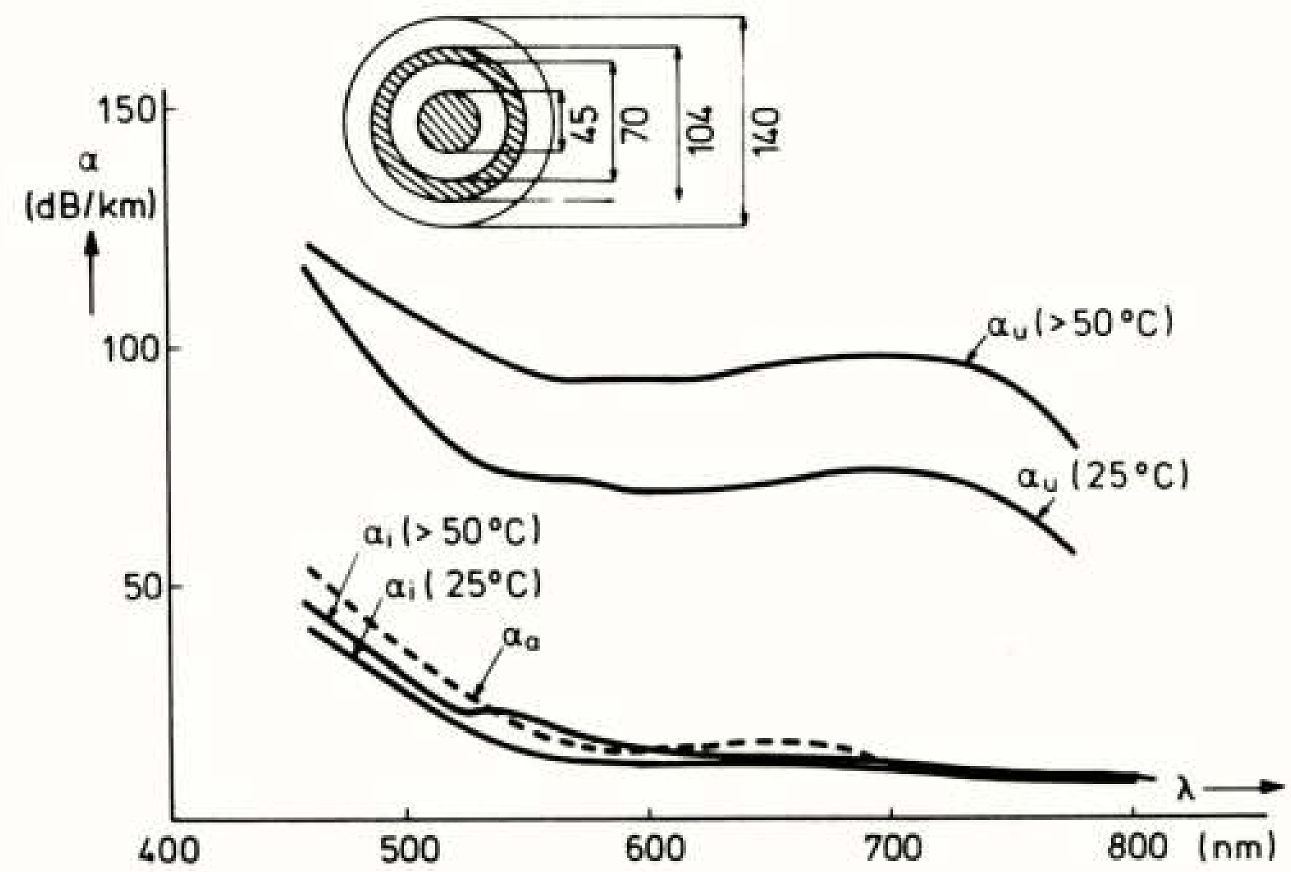


Fig. 2. De demping α als functie van de golflengte λ voor binnen (index i) en buiten kern (index u) van een twee-kern fiber (inzet), in situaties beschreven in de tekst bij kamertemperatuur (25°C), bij hogere temperatuur (>50°C) en na opnieuw los opwikkelen (----).

microbending door het ruwe oppervlak van de rol. Daarna wordt de rol verwarmd tot ongeveer 50°C. De buitenkern vertoonde al grotere demping dan de binnenkern en die wordt door de spanning nog groter. Daarna wordt de fiber los gewikkeld op de rol gemeten en het verschil blijkt verdwenen. Fig. 3 laat schematisch twee manieren zien om microbending te genereren en toont de effecten op het signaal als functie van de druk.

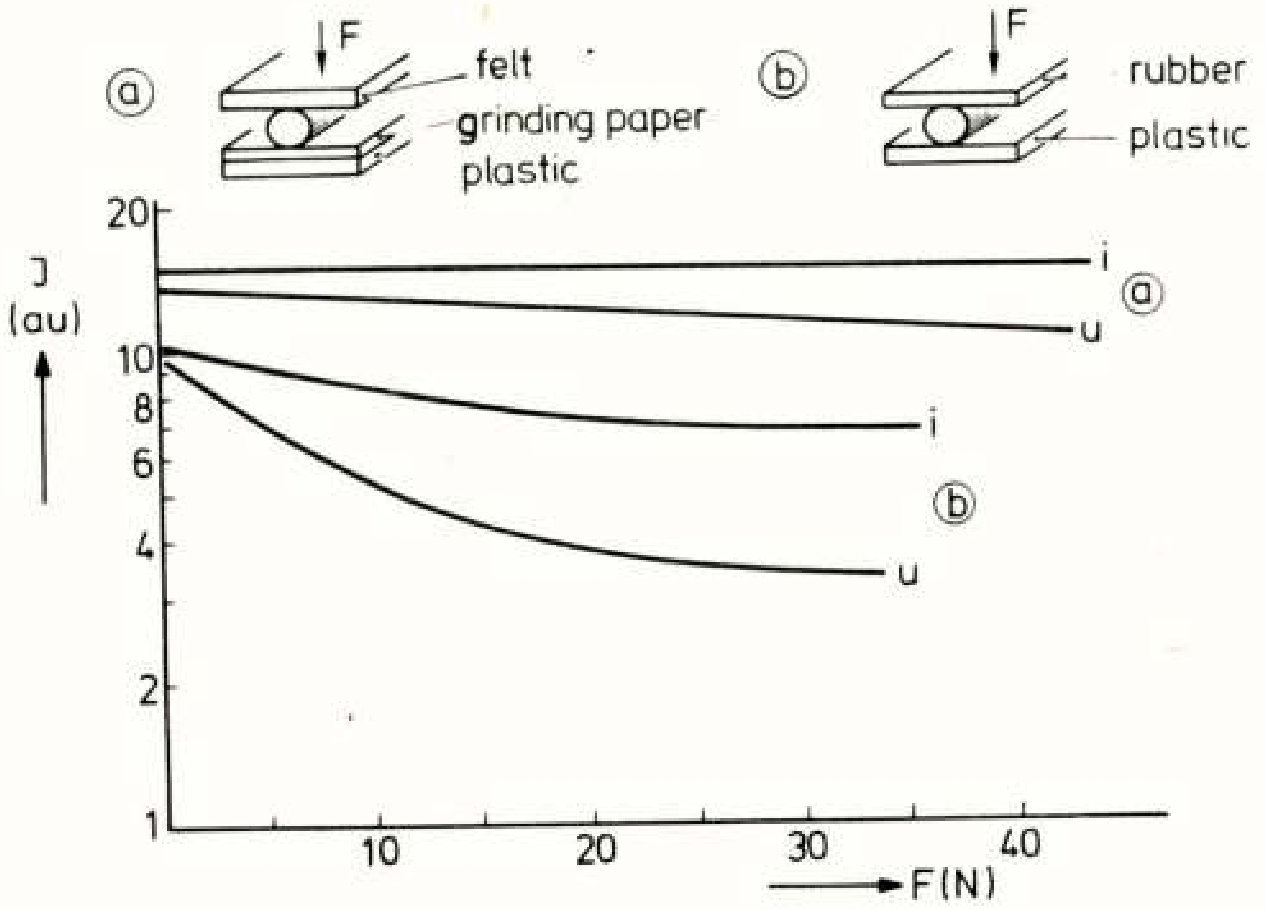


Fig. 3. Twee manieren waarmee microbending gegenereerd werd (inzet) en de daarmee veroorzaakte signaal verandering, gemeten over een lengte van 15 cm, als functie van het gewicht F.

4. Ronde monomode fiber sensor

Een multimode fiber kan slechts informatie overdragen via de intensiteit. Ook met een coherent ingangssignaal zijn de fase en de polarisatietoestand aan het einde van een multimode fiber niet meer gedefinieerd. Deze beide parameters blijven wel behouden in een monomode fiber, kunnen daar dus ook gestoord worden en zo als dragers van sensor informatie dienen. We zullen in dit hoofdstuk enige effecten bekijken aan een perfect ronde monomode fiber die dat ondanks de beïnvloeding ook blijft. In een dergelijk fiber speelt de polarisatietoestand geen rol.

Omdat in een monomode fiber maar een mode zich voortplant, is de fase na een lengte L gedefinieerd. Fase is echter relatief en de fase van een sensor fiber moet in een interfermometer opstelling worden vergeleken met de fase van een referentie fiber. Wanneer in zo'n opstelling geschetst in Fig. 4, de twee signalen die op de detector vallen gegeven worden door

$$\epsilon_1 = \epsilon_1^\circ \cos(\omega t - \beta_1 L_1) \quad , \quad \epsilon_2 = \epsilon_2^\circ \cos(\omega t - \beta_2 L_2) \; ,$$

dan is het gedetecteerde signaal met $\epsilon_1^\circ = \epsilon_2^\circ = \epsilon$ gelijk aan

$$V = \epsilon^2 \left[1 + \cos(\beta_1 L_1 - \beta_2 L_2)\right] .$$

Wordt hetzelfde type fiber voor beide takken gebruikt dan geldt, $\beta_1 = \beta_2 = \beta$.
Wanneer nu door een invloed van buiten het lengte verschil $L_1 - L_2$ veranderd wordt met een bedrag ΔL dan leidt dat met de daaraan verbonden veranderingen in de andere fiberparameters tot een phaseverschil

$$\Delta\varphi = \beta \Delta L + L \Delta\beta = \beta \Delta L + L k \Delta n_e \, ,$$

waarin de effectieve brekingsindex $n_e = \beta / k$. De verandering daarin Δn_e kan met de genormaliseerde dispersierelatie b (V) geschreven worden in fiber termen

$$\Delta n_e = (n_1 - n_2) \frac{\partial b}{\partial V} V \left[\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta (n_1 - n_2)}{2(n_1 - n_2)} + \frac{\Delta (n_1 + n_2)}{2(n_1 + n_2)} \right] + b \Delta (n_1 - n_2) + \Delta n_2 \, .$$

Na verwaarlozen blijft over

$$\Delta n_e = (n_1 - n_2) \frac{\partial b}{\partial V} V \frac{\Delta a}{a} + \Delta n \, ,$$

zodat

$$\Delta\varphi = \beta \Delta L + L k \left(\Delta \frac{\partial b}{\partial V} V \frac{\Delta a}{a} + \Delta n \right) .$$

Dit verschil bestaat uit twee termen: de eerste wegens de echte verlenging ΔL, de tweede wegens de afgeleide verandering van de voortplantingsconstante $\Delta\beta$ tengevolge van de diameter en brekingsindex veranderingen. Deze hangen af van de preciese verandering in de mechanische spanningstoestand in de beschouwde configuratie. De in het gerede product voorkomende opbouw is, zoals gezegd, een vierlaagssysteem: kern en mantel glas en daaroverheen een zachte en een harde coating met ieder hun eigen waarde voor de Young modulus E en de Poisson ratio μ. Gegeven de aangebrachte nieuwe mechanische spanningstoestand volgt uit de spanning σ de rek ε in de drie richtingen ε_r, ε_ϑ, ε_z . Voor een cilinder kunnen de spanningen in iedere laag worden afgeleid uit de Lamé oplossingen. De constanten volgen, van binnen uit, uit de continuiteit van radiale spanning en verplaatsing en de spanning op de buitenkant. De spanning op de doorsnede volgt ook uit een randvoorwaarde van het gestelde probleem. Uit de elasto-optische coefficienten p_{ij} volgt dan Δn .

We gaan nu de effecten bekijken voor rek, alzijdige druk en temperatuurverandering en wel voor de eenvoudigste situatie namelijk dat in kern en mantel glas E en μ dezelfde waarden hebben en dat de fiber onbedekt is. Voor glazen kan E een factor twee uiteen lopen, tussen 5 en 9.10^{10} N/m^2 met 7.10^{10} N/m^2 als waarde voor kwarts. De waarde van μ varieert een factor twee, van 0.17 tot 0.32 met 0.17 als waarde voor kwarts. De moeilijkheid met deze waarden is echter dat dit waarden zijn van langzaam afgekoeld glas, terwijl in een fiber door de snelle afkoeling, bijna 10^5 K/s, alle parameters die van de structuur afhangen, vaak waarden hebben die behoren bij een hogere temperatuur. Dit geldt ook voor n en de dichtheid. In plastic kan de Young modulus wel drie grootte ordes verschillen: van $E=2.10^6$ N/m^2 voor rubberachtige zachte binnen coating met $\mu=0.5$ tot $E=6.10^9$ N/m^2 voor glasachtige harde buiten coating met μ tussen 0.3 en 0.5. Omdat μ in de formules vaak voorkomt in de vorm $1-2\mu$, kan de onzekerheid in de preciese waarde een grote onzekerheid in de spanningstoestand betekenen. Een tabel met de waarden van E en μ voor een groot aantal plastics is opgenomen in (Hughes 1980). De waarden van p_{11} en p_{12} , die met $p_{44}=(p_{11}-p_{12})/2$ in een isotroop medium de enige van nul verschillende coefficienten zijn in de elasto-optische tensor, varieren in glazen respectievelijk van 0.09 tot 0.24 en 0.18 tot 0.28. Voor kwarts zijn de waarden met enige onzekerheid $p_{11}=0.12$ en $p_{12}=0.27$ (Pinnow 1971).

4.1. Verlenging

In het geval van verlenging is de axiale rek $\varepsilon_z=\Delta L/L$ de enige parameter waarin alle andere grootheden kunnen worden uitgedrukt. Per definitie geldt $\varepsilon_r=-\mu\varepsilon_z$; uit de elasto-optische tensor voor homogeen isotroop materiaal volgt

$$\Delta n = -\frac{1}{2}n^3\left[(1-\mu)p_{12}-\mu p_{11}\right] ,$$

zodat

$$\frac{\Delta\varphi}{\Delta L} = \frac{\Delta\varphi}{\varepsilon_z L} = \beta\Big[1-\frac{1}{2}n^2\left\{(1-\mu)p_{12}-\mu p_{11}\right\} + - \mu\Delta V\frac{\partial b}{\partial V}\Big] .$$

Hierin is de tweede term ongeveer 0.2 en de derde term verwaarloosbaar, omdat V db/dV ongeveer één is, zodat het effect ongeveer even groot is als het buiten de fiber zou zijn.

4.2. Alzijdige druk

Bij alzijdige druk P zijn de waarden van ε_r en ε_z gelijk. Kern en mantel weer als mechanisch identiek beschouwend wordt zonder plastic coating gevonden dat

$$\varepsilon_r = \varepsilon_z = -(1-2\mu)\, P/E$$

en

$$\Delta n = \frac{1}{2} n^2 (1-2\mu)(p_{11}+2p_{12})\, P/E\,,$$

zodat

$$\frac{\Delta\varphi}{LP} = \beta\,\frac{1-2\mu}{E}\left\{-1+\frac{n^2}{2}(p_{11}+2p_{12})\right\}.$$

Wanneer dit betrokken wordt op een vierlaags systeem (Pinnow 1971, Budianski 1979), dan zijn de waarden van de axiale rek aanvankelijk niet gelijk in glas en plastic. Wanneer deze toch mechanisch een geheel vormen, worden extra spanningen van tegengesteld teken geïnduceerd die de waarden in glas en plastic gelijk trekken over de doorsnede. Het is echter denkbaar dat slip optreedt, eventueel met een stick-slip effect indien de verschilspanning een bepaalde waarde overstijgt. Dit effect is weer een functie van de temperatuur omdat er minder slip is naarmate het plastic meer knelt. Dergelijke oplossingen zijn gecompliceerd, maar indien de redelijke aanname gemaakt wordt dat $E_p \ll E_g$ en $A_g \ll A_p$, dan wordt gevonden dat

$$\frac{\Delta\varphi}{LP} = \beta\left[\varepsilon_z - \frac{n^2}{2}\left\{\varepsilon_r(p_{11}+p_{12}) + \varepsilon_z p_{12}\right\}\right].$$

Gevonden is, eerst experimenteel en daarna theoretisch, dat de gevoeligheid voor hydrostatische druk afneemt indien de plastic coating een grotere μ en kleinere E heeft. Met rubber is de gevoeligheid dus minimaal. Anderzijds is voor hydrodynamische druk de gevoeligheid dan maximaal. Met plastic van lagere μ en bij die waarde van μ de laagste waarde van E is de gevoeligheid voor hydrostatische druk maximaal en voor hydrodynamische druk minimaal. Een extreem voorbeeld hiervan is teflon. Het verschil tussen hydrostatische en hydrodynamische druk ligt alleen in de randvoorwaarde over de fiber doorsnede; in het eerste geval is de spanning -P, in het tweede geval nul. Welk van beide op de verkabelde fiber van toepassing is moet nog worden uitgemaakt.

Omdat een fiber hydrophoon aan- en afvoer fibers heeft die ongevoelig moeten zijn, is gezocht naar manieren een fiber locaal ongevoelig te maken. De oplossing volgt uit het tegengestelde teken van de beide termen in de laatste vergelijking. Door de fiber opbouw zo te kiezen dat deze twee elkaar opheffen op de fiberas, wordt nul gevoeligheid bereikt. Hiervoor is een derde glaslaag van hogere compressie modulus K (Lagakos 1981a) of een metaallaag (Lagakos 1982) tussen mantelglas en zachte plastic de oplossing. Voor de eerste oplossing werd met de dubbele kroes methode een zachtglas fiber van relatief lage K kern en mantelglas en hoge K derde laag glas getrokken. Uitgaande van kwartsglas is dit moeilijker omdat de derde laag altijd een hogere uitzettingscoefficient heeft en dus in trek is bij kamertemperatuur en dus bros is. Een betere oplossing is een metaallaag.

Met Al en Ni is verminderde gevoeligheid voor hydrostatische acoustische druk aangetoond. Dergelijke lagen moeten echter wegens het verschil in uitzettingscoefficient worden aangebracht bij kamertemperatuur en kunnen aanleiding geven tot microbending.

4.3. Temperatuurverandering

De vergelijkingen voor temperatuurverandering worden verkregen door in de $\varepsilon(\sigma)$ relatie ε_i te vervangen door $\varepsilon_i - \alpha \Delta T$, want de spanning σ is nul als $\varepsilon = \alpha \Delta T$. Het effect van temperatuurverhoging is dan

$$\frac{\Delta\varphi}{L\Delta T} = \frac{\beta}{\Delta T}\left[\varepsilon_z - \frac{n^2}{2}\left\{\varepsilon_r(p_{11}+p_{12}) + \varepsilon_z p_{12}\right\} + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{n}\frac{\partial n}{\partial T}\Delta T\right].$$

Dit is de som van de verlenging, verandering in n zoals met druk, de fibereffecten in a en de temperatuurverandering van n. Er bestaat ook hier weer een groot effect wegens de coating omdat de uitzettingscoefficienten wel drie grootteordes uit elkaar kunnen liggen: in glas $=5.10^{-7}$ en in plastic $=2.10^{-4}$/K. De waarde van de laatste term overheerst in kwartsglas, $dn/dT=10^{-5}$. In zachtglas ligt dit anders, daar is de uitzettingcoefficient veel groter, tot 10^{-5} en kan dn/dT varieren van -1 tot $+2.10^{-5}$/K.

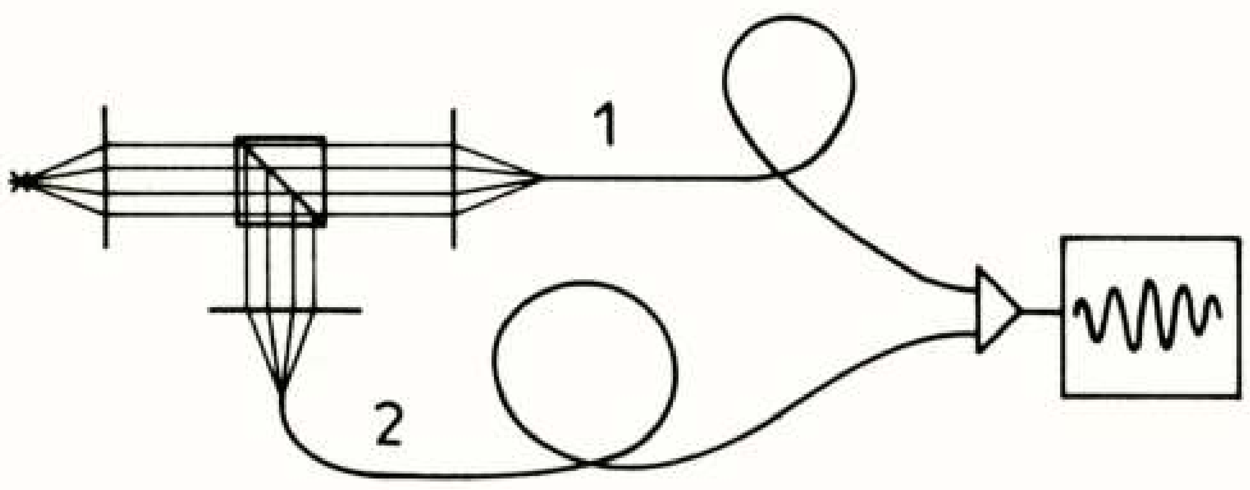


Fig. 4. Mach-Zehnder fiber interferometer schematisch weergegeven. Fiber 2 wordt aan invloeden van buiten blootgesteld die een of meer voor de lichtvoortplanting belangrijke parameters veranderen.

In een interferometer als geschetst in Fig. 4 met monomode fiber takken wordt een tak over een lengte van 1 m verwarmd in water. Het signaal, gedetecteerd bij een golflengte van 633 nm, varieert periodiek met toenemende temperatuur. In het fringe patroon

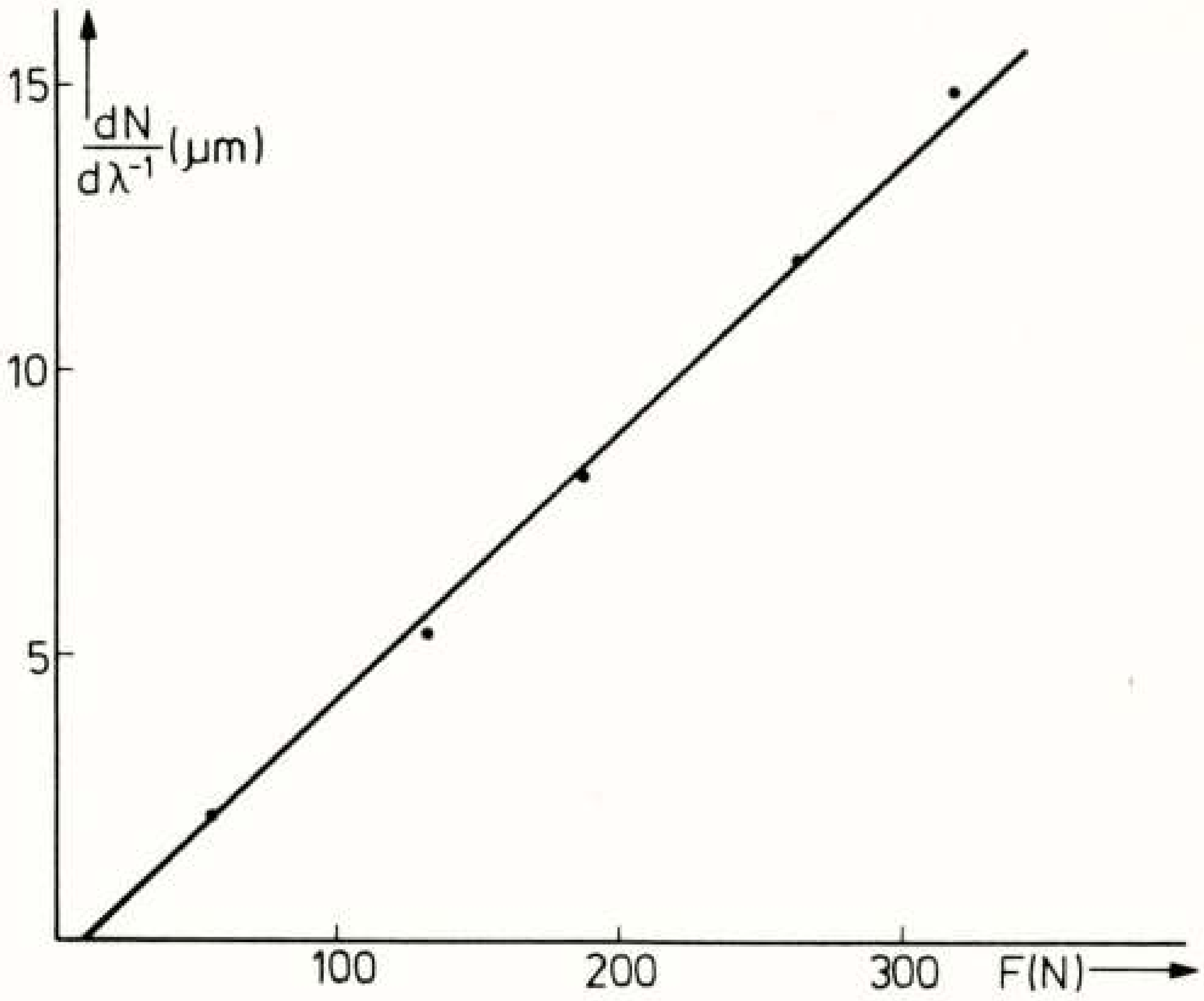


Fig. 5. De waargenomen fringe verplaatsing als functie van de temperatuur T bij een golflengte van 0.633 μm.

wordt het aantal per 5 graden temperatuursverandering over de diode komende fringes geteld. Zoals Fig. 5 laat zien blijkt de gevoeligheid 20 fr/K.m. te zijn. Het is duidelijk dat als grotere lengte wordt gebruikt, de gevoeligheid sterk kan worden opgevoerd, bijv. tot 1000 fr/K voor een lengte van 50 m. Deze kan op een gegroefde buis gewikkeld, gemakkelijk in een cilinder worden geplaatst.

4.4. Excentriciteitseffecten

Deze voorbeelden waren betrokken op ronde geometrie en de uitwendige beïnvloeding wijzigde dat niet. Er treden echter grote effecten op die de bovenstaande verre overtreffen indien de fiber niet rotatiesymmetrisch is, bijv. kern niet midden in de mantel, kern onrond, fiber niet midden in de coating. Een voorbeeld hiervan is een zachtglas fiber met het kerncentrum een afstand s van het mantelcentrum, als geschetst in Fig. 6. Bij de trektemperatuur is het systeem uiteraard in mechanisch evenwicht. Bij de temperatuurdaling krimpen kern en mantelglazen verschil-

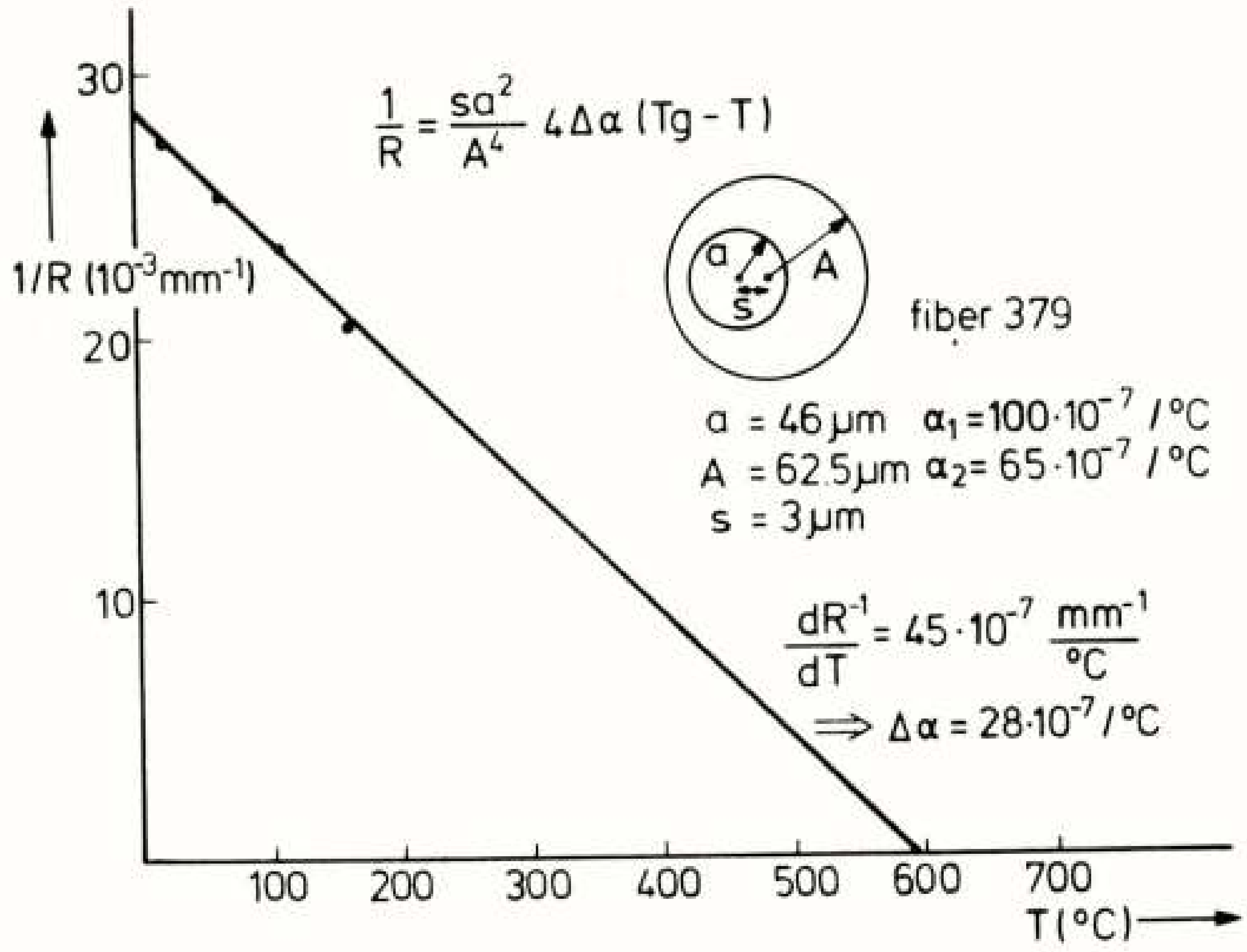


Fig. 6. Een fiber met excentrische kern (inzet) staat krom met straal R bij kamertemperatuur: 1/R neemt lineair af als functie van de temperatuur T. Hieruit volgt T_g en $\Delta\alpha$.

lend. Tengevolge van dit koppel staat een stukje fiber bij kamertemperatuur krom. Met kernstraal a en fiberstraal A wordt de kromtestraal R gegeven door

$$\frac{1}{R} = \frac{sA^2}{a^4} 4\left[(T_{g_1} - T)(\alpha_1 - \alpha_2) + (T_{g_2} - T_{g_1})(3\alpha_1 - \alpha_2)\right].$$

De uitzettingscoefficient van het kernglas α_1, wordt altijd groter gekozen dan van het mantelglas α_2 om te bereiken dat over het traject dat beide materialen vast zijn, dus beneden de laagste glastemperatuur T_g, de kern meer krimpt en de buitenzijde van de fiber dus in compressie is. Omdat glas alleen maar sterk is in compressie moet deze weg gevolgd worden om de fiber de vereiste sterkte te geven. Over het temperatuurtraject tussen de hoogste en laagste glastemperatuur heeft de vloeibare fase een ongeveer driemaal hogere uitzettingscoefficient dan de vaste, vandaar $3\alpha_1$. Over het algemeen is het gegewenst dat de buitenzijde het eerst vast wordt, $T_{g2} > T_{g1}$.

Wanneer men de fiber opwärmt en 1/R uitzet tegen de temperatuur T, dan volgen daaruit de laagste verwekingstemperatuur en het verschil tussen de uitzettingscoefficienten. Fig. 6 toont het resultaat. De op deze wijze gevonden waarden voor T_g en $\alpha_1 - \alpha_2$ zijn in overeenstemming met de waarden gemeten aan het glas zelf. De tweede term kan worden verwaarloosd. Een dergelijke fiber uitgevoerd in kwarts, is bruikbaar als een zelfs direct afleesbare thermometer tot ca. 1000 °C. In ieder geval niet boven 1100 °C want daar begint kwarts ontspanningseffecten te vertonen. De gevoeligheid wordt bepaald door de afstand s. Uiteraard treedt een zelfde effect op wanneer de fiber excentrisch ligt binnen de coating, zoals zeer vaak het geval is. Alleen zal dan de coating onder spanning staan en zal de fiber weinig meegeven.

In de theorie wordt vaak aangenomen dat de axiale spanningstoestand uitsluitend bepaald wordt door de uitzettingscoefficient en het temperatuurtraject. De mate waarin dit niet juist is blijkt wanneer een fiber wordt verhit tot een temperatuur waar de viscositeit merkbaar vermindert en daarna weer langzaam afkoelt tot kamertempatuur. Bij verwarming tot 1125 C vonden we een irreversibele verkorting van 10^{-3} in een dikke step-index fiber en een verlenging van 5.10^{-4} in een graded-index fiber. Deze spanningstoestand is het gevolg van stolling onder spanning tijdens het trekken.

4.5. Andere meerlaagsystemen

Een glasfiber bedekt met een metaallaag werd reeds besproken als een voor druk ongevoelige fiber. Hieraan wordt echter in de eerste plaats gewerkt om indringing van water tot op de fiber te voorkomen en daarmee stress corrosie uit te sluiten. Daarnaast

worden metaallagen opgebracht voor sensor doeleinden. Een Ni laag maakt de fiber gevoelig voor magneetvelden door magnetostrictie (Jarzynski 1980), met een Al laag wordt stroom gemeten door verwarming. Een laag van speciale verstrekte plastic, polyvinylideen fluoride, maakt het mogelijk door electrostrictie een elektrische spanning te meten (Koo 1981, Donalds 1982, Mermeisen 1983).

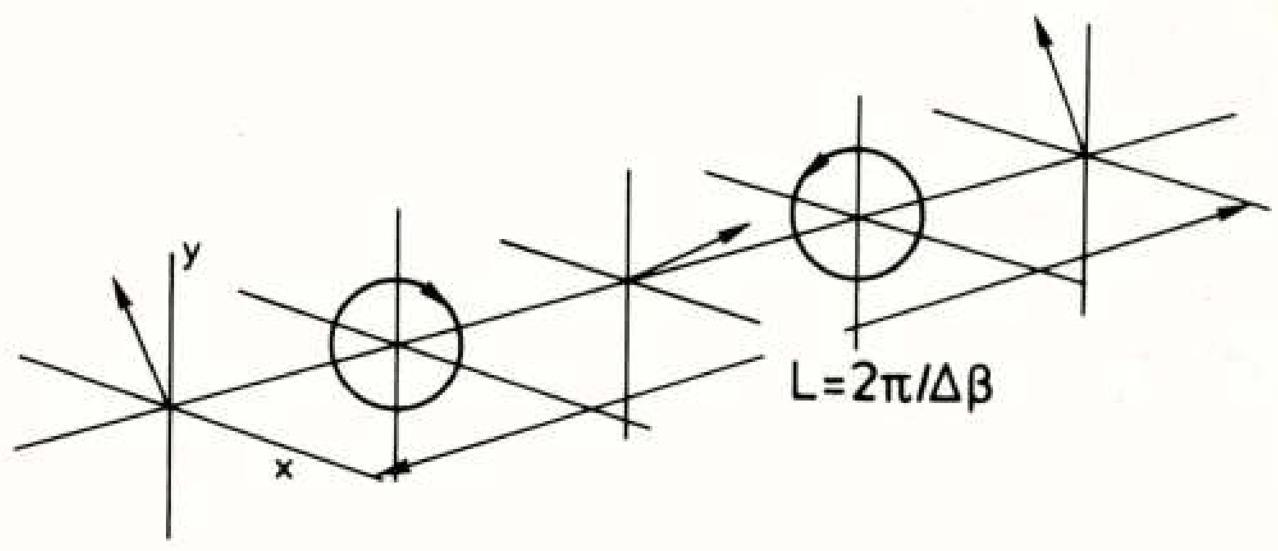


Fig. 7. In een lineair dubbelbrekende fiber met assen x en y verandert de polarisatie toestand van licht langs de z-as. Geschetst is het verloop met lineair gepolariseerd licht ingestraald.

5. Onronde monomode fiber

Wanneer een monomode fiber onrond is, worden de fase effecten gedomineerd doordat de dispersie kromme zich opsplitst in twee krommen, voor iedere polarisatie richting een, zoals geschetst in Fig. 1. Bij een bepaalde waarde van V is er dus een verschil in voortplantingsconstante $\Delta\beta$. In de praktijk is iedere monomode fiber enigszins dubbelbrekend, meestal omdat de kern enigszins elliptisch of excentrisch gelegen is. Dit leidt met het verschil in uitzettingscoefficient tussen kern en mantel tot een ingebouwde dubbele breking vaak in sterkte en richting varierend over de lengte. Dit effect verkleint de bandbreedte. Er zijn nu ook fibers verkrijgbaar met een zo sterke ingebouwde dubbele breking dat een ingestraalde polarisatie behouden blijft en nauwelijks beïnvloed wordt door verstoringen, met name door bochten. Omdat dit resultaat bereikt is door kern en mantelglazen te gebruiken van sterk verschillende uitzettingscoefficienten α_1 en α_2 in een niet-rotatiesymmetrische geometrie, is een dergelijke fiber een goede temperatuur sensor in de dubbele breking $\Delta\beta = C(\alpha_1-\alpha_2)(T_g-T)$, waarin C van de geometrie afhangt. De effecten van een sterke dubbele breking kunnen aan een kort stuk worden bestudeerd door een in principe weinigdubbelbrekende fiber eenzijdig onder druk te zetten. Wanneer een fiber van lengte L onder een druk F gebracht wordt en ingestraald met lineair gepolariseerd licht dan verloopt de polarisatie toestand, zoals geschetst in Fig. 7, om na lengte $=2\pi/\Delta\beta$ weer de oorspronkelijke toestand aan te nemen. Afhankelijk van $\Delta\beta$ en de polarisatietoestand bij instralen, is iedere polarisatietoestand na vaste lengte L bereikbaar. Wordt een lengte L geplaatst tussen twee evenwijdige polarisatoren, dan verandert de gedetecteerde spanning met $\Delta\beta$ volgens

$$V = \epsilon^2(1+\cos L\Delta\beta)$$

omdat $L\Delta\beta = kL\Delta n_e = kLC_1P = kC_1F/C_2 = kCF$. De kracht F op de bovenzijde van een cilindrische fiber die op een plat vlak ligt, geeft in de fiber aanleiding tot een plaatsafhankelijke spanning P. Omdat de kern klein is t.o.v. de gehele fiber kan de aswaarde P als de waarde beschouwd worden, die middels de elasto-optische coefficienten p_{ij} weer de waarde van Δn bepaalt. Om de lineaire relaties te testen en C te bepalen zijn spectra

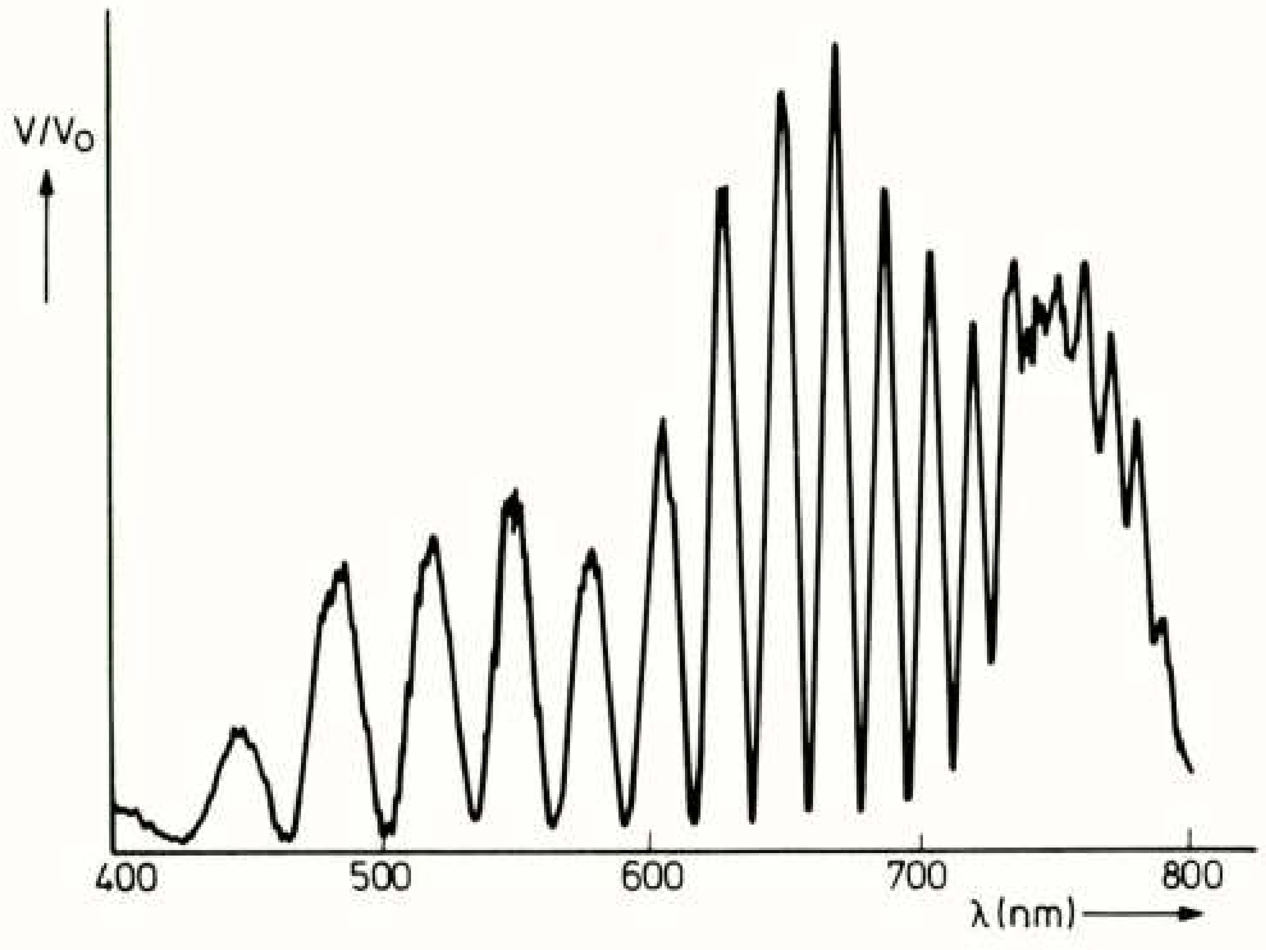


Fig. 8. In een fiber met dubbele breking $\Delta\beta = k\ \Delta ne$, veroorzaakt door gewicht F, varieert tussen twee polarisatoren de doorlating als functie van de golflengte λ periodiek met λ^{-1}.

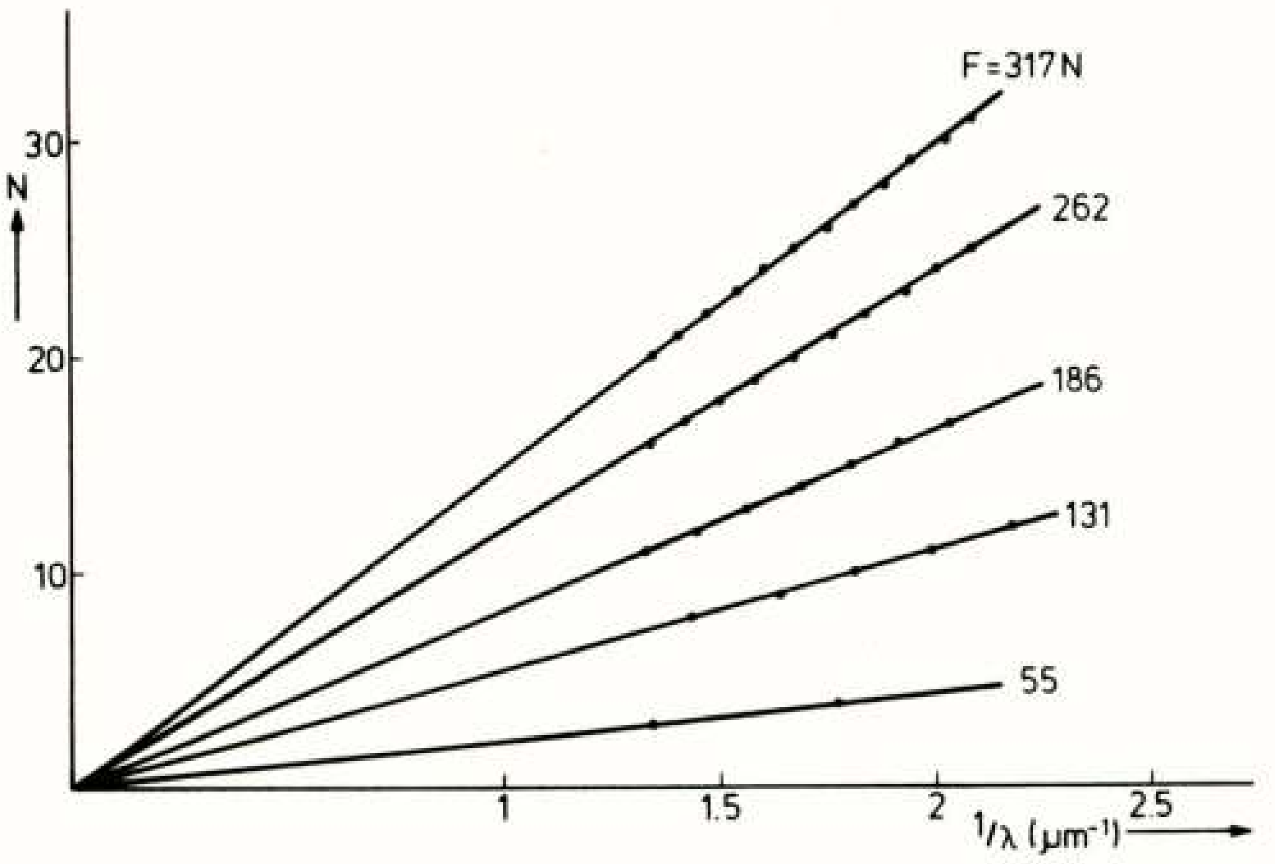


Fig. 9. De orde N van de maxima in spectra als fig. 8 als functie van λ^{-1} voor verschillende waarden van de belasting F.

opgenomen bij verschillende waarden van F, waarvan fig. 8 een voorbeeld toont. De waarden van k waar V maximaal is, dus waar $L\Delta\beta = N2\pi$, zijn uitgezet tegen N voor verschillende F in fig. 9. Fig. 10 laat zien dat de hellingen van deze lijnen uitgezet tegen F een rechte lijn leveren met helling $C = C_1/C_2 = 5 \cdot 10^{-8}$ m/N. In de gebruikte monomode fiber met a=3.3 µm en $\Delta = 9 \cdot 10^{-4}$ werd met lengte L=16 cm en kracht bijv. 300 N

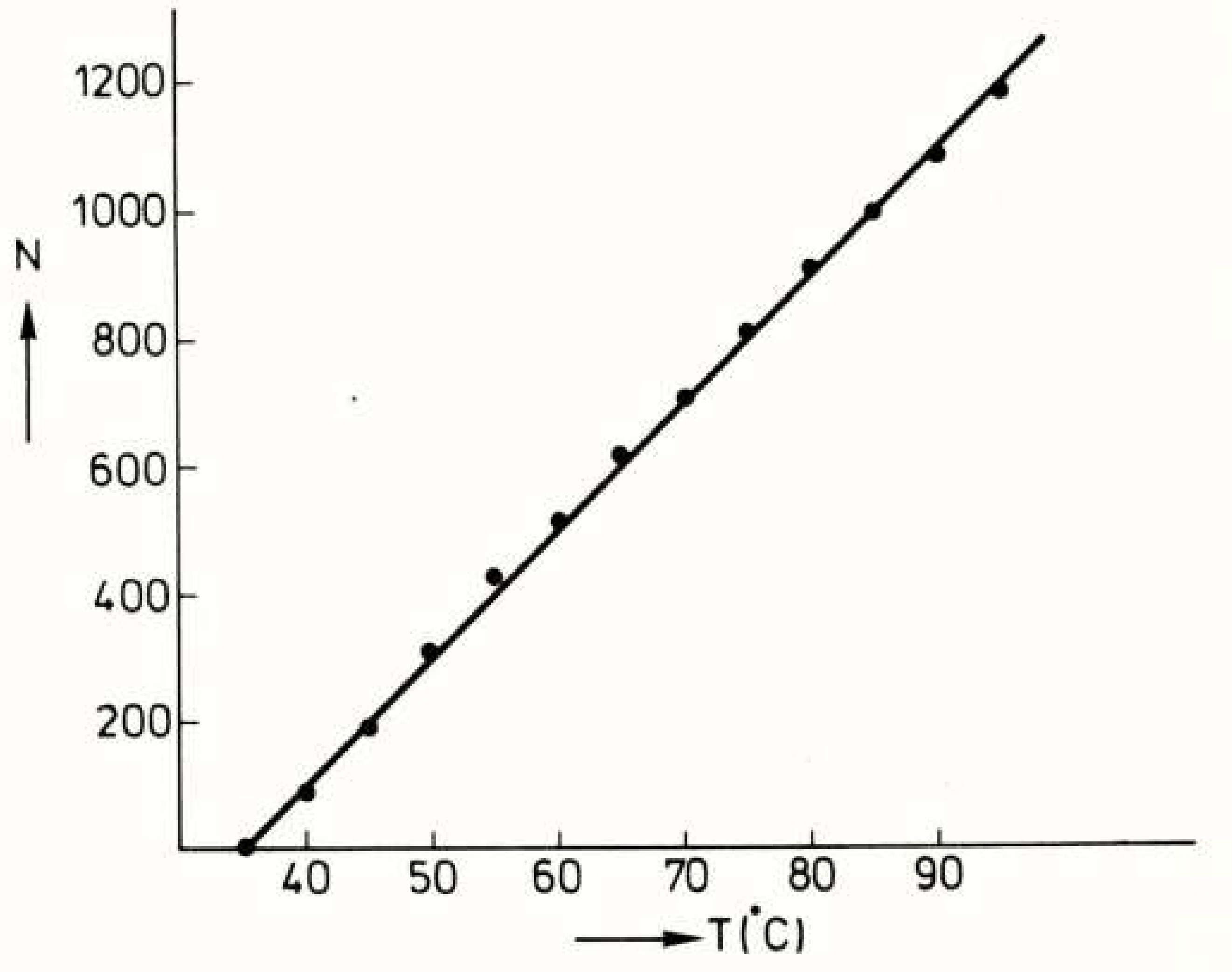


Fig. 10. De hellingen van de lineaire relaties van fig. 9 als functie van de belasting F.

gevonden dat $\Delta n \approx 10^{-4}$, wat een groot bedrag is op de totale Δ n. De constante C_1 is de elasto-optische constante van glas die gemeten is aan een fiber loodrecht op de as. De zo gevonden waarde $3 \cdot 10^{-12}$ m^2/N is ongeveer gelijk aan de waarde aan glas zelf gemeten (Lagakos 1981b). Er is echter weer een grote invloed van de temperatuurbehandeling. Men heeft aan deze waarde normaal geen behoefte omdat in de spanningsoptiek alleen het verschil tussen de waarden voor de beide hoofdassen nodig is. De constante C_2 heeft de betekenis van een effectieve diameter die het gewicht draagt. Deze is hier gelijk aan 60 µm. Dit is ongeveer de halve diameter, wat een redelijk bedrag is voor een fiber die recht ligt en, althans zo goed mogelijk, plat gesteund wordt. Wanneer op deze wijze de gevoeligheid van een onbeklede fiber bekend is kan het afschermend effect van de verschillende bekledingslagen worden onderzocht door dezelfde fiber in onbeklede en beklede toestand te meten. De dubbele breking levert het effect dat op de as wordt gevoeld.

6. Conclusie

De bepaling van de gevoeligheid van een optische fiber voor uitwendige beïnvloeding van parameters die de voortplanting van licht beschrijven dient twee doeleinden. Er kunnen gevoelige of handige sensoren mee worden ontworpen. De stand van zaken in het sensoronderzoek werd geschetst. Door sensorwerking als middel te gebruiken kunnen communicatiefibers worden beproefd. Indien zij gevoelig zijn voor uitwendige beïnvloeding dan kan dat leiden tot extra demping en tot tijd-afhankelijke verschijnselen van ruiskarakter. Enige vormen daarvan werden toegelicht. Een aantal experimenten werden besproken, die twee doeleinden kunnen dienen,waarbij de nadruk werd gelegd op orde van grootte van de effecten en de eenvoudige wijze waarop ze kunnen worden uitgevoerd. Dit wordt gebruikt om te komen tot een ontwerp voor de opbouw van een communicatie fiber die zo min mogelijk gevoelig is voor sensor effecten.

Literatuur

1. Baack C., Elze G., Grosskopf G., Walf G.; Digital and analogue optical broad-band transmission; Proc. IEEE 71 (1983) 198.
2. Baack C.,Elze G.,Heydt G.; A fiber-optic broad-band integrated services network for the subscriber area; 8th ECOC, Geneva 1983, 339.
3. Budianski B., Drucker D.C., Kino G.S., Rice J.R.; Pressure sensitivity of a clad optical fiber; Appl. Opt. 18 (1979) 4085.
4. Dändliker R., Bertholds A., Maystre F.; How model noise in multimode fibers depends on source spectrum and fiber dispersion; 8th ECOC, Geneva 1983, 251.
5. de Jongh A.G., Diemeer M.B., E.S. Trommel, A.H. Breuls; Simple fiber-optic sensor for detecting water penetration in optical fiber cables; Electr. Lett. 19 (1983) 980.
6. Donalds L.J., French W.G., Mitchell W.C., Swineheart R.M., Wei T.; Electric field sensitive optical fiber using piezoelectric polymer coating; Electr. Lett. 18 (1982) 327.
7. Dynamic Measurements Corp. Applications Staff; Fiber optic data links; Photonics Spectra 1983, Sept p 53, Oct p 41, Nov p 42.
8. Epworth R.E.; Modal noise-causes and cures; Laser Focus Sept. 1981, 109; The phenomenon of modal noise in analogue and digital optical fiber systems; 4th ECOC, Genova, 1978, 492.
9. Ezekiel S., Arditty H.; Fiber optic rotation sensors and related techniques; Springer Verlag, 1982.
10. Giallorenzi Th.G., Bucaro J.A., Dandridge A., Sigel G.H.,Cole J.H., Rashleigh S.C., Priest R.G.; Optical fiber sensor technology, IEEE J. Quantum Electr. QE 18 (1982) 626.
11. Horsthuis W.H., Fluitman J.H.; The development of fiber optic microbend sensors; Sensors and Actuators 3 (1982/83) 99.
12. Hughes R., Jarzynski J.; Static pressure sensitivity amplification in interferometric fiber-optic hydrophones; Appl. Opt. 19 (1980) 98.
13. Jarzynski J., Cole J.H., Bucaro J.A., Davies C.M.; Magnetic field sensitivity of an optical fiber with a magnetostrictive jacket; Appl. Opt. 19 (1980) 3746.
14. Koo K.P., Carome E.F.; Frequency mixing in fiber optic interferometer systems; Electr. Lett. 17 (1981) 380.

15. Lagakos N., Bucaro J.A.; Pressure desensitization of optical fibers; Appl. Opt. 20 (1981) 2716.

16. Lagakos N., Mohr R., O.H.El-Bayoumi, Stress optic coefficient ss 2309. profile in optical fibers; Appl. Opt. 20 (1981).

17. Lagakos N., Bush I.J., Cole J.H., Bucaro J.H., Skogen J.D., Hocker G.B.; Acoustic desensitization of single-mode fibers utilizing nickel coatings; Opt. Lett. 7 (1982) 460.

18. Mermeisen M.D.; Optical fiber sensor; A copolymer-film electric field pl. Opt. 22 (1983) 1006.

19. Nakazawa M., Kamimura J., Musha T.; Preliminary experiment for optical heterodyne communication with a single-mode optical fiber by using frequency-stabilized He-Ne lasers; Opt.Lett.6 (1981) 508.

20. Ogawa K., Vodhanel R.S.; Measurements of mode partition noise of laser diodes; IEEE J. Quantum Electr. QE 18 (1982) 1090.

21. Okoshi T., Kikuchi K.; Heterodyne-type optical fiber communications; J. Opt. Comm. 2 (1981) 82.

22. Petermann K.; Gain- and index-guided injection lasers for wideband communication 6th ECOC, Copenhagen, 1981, 10.1.1.

23. Pinnow D.A.; Elastooptic materials; Handbook of lasers, R.J. Plessey ed. Chemical Rubber Co, 1971, 478.

24. Proc. 7th Int. Fiber Optic Comm. and Local Area Networks Exposition, Atlantic City, 1983.

25. Smith D.W., Stanley I.W.; The worldwide status of coherent optical fiber transmission systems; 8th ECOC, Geneva 1983, 263.

26. Tanaka T.P., Maeda M., Tanaka M.; Optimum structural parameters of fibers in LED-graded-index fiber transmission systems; Fiber and Integr. Opt. 3 (1980) 177.

27. Throssell W.R., Kanabar Y.; Modal noise effects arising from source partition noise; 8th ECOC, Geneva, 1983, 447.

28. Van der Fluit J.P.; Optical transmission over long distances for CATV and CCTV; Proc. 13th Int. Symp., Montreux, 1983, 291.

IEEE BENELUX SECTION
NEDERLANDS ELECTRONICA EN RADIO GENOOTSCHAP
(317e werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK, KIvI

UITNODIGING

voor de lezingendag op 17 november 1983 in zaal T3 van het gebouw voor Electrotechniek en Physica van de Technische Hogeschool Twente.
Thema: GATE ARRAYS EN SILICON COMPILATIE

PROGRAMMA

10.00 uur:	Ontvangst en koffie.
10.30 uur	A. Schatorjé (Philips, CAB-ELCOMA, Eindhoven) CMOS CATE ARRAY EN ZIJN ONTWERPPROCEDURE.
11.15 uur:	Dr. J.P. Gray (Prestwick Silicon Software Ltd. Edinburgh) THE OPTIMIZED GATE ARRAY DESIGN STYLE.
12.00 uur:	Lunch.
13.30 uur:	C. Monsieur (Ferranti Electronics Ltd. Antwerpen) FAST AND ECONOMICAL ULA DEVELOPMENT THROUGH FLEXIBLE INTERFACE PROCEDURES.
14.15 uur:	Prof. J. Middelhoek (TH Twente, Vakgroep Vaste Stof Electronica) HET CMOS GATE ARRAY VAN DE TH TWENTE.
15.00 uur:	Theepauze.
15.30 uur:	Ir. L. Spaanenburg (TH Twente, Vakgroep Vaste Stof Electronica) DE CHIP-ASSEMBLER "FULLES": ACHTERGROND EN TOEPASSINGEN IN VLSI-ONTWERP.
16.15 uur:	Sluiting.

Aanmelding dient te geschieden door inzending van de aangehechte kaart, gefrankeerd met een postzegel van 50 cent, alsmede overmaking van de verschuldigde kosten op postrekening 3099125 van de penningmeester IEEE Benelux Sectie te Waalre onder vermelding van "Gate Arrays".
De aanmelding is alleen geldig indien de aanmeldingskaart en overschrijving zijn ontvangen voor 9 november.

De kosten voor leden van IEEE, NERG en KIvI bedragen *f* 20,— en voor introducée's *f* 35,— per deelnemer, inclusief lunch. (Bij niet gebruik van lunch wordt geen korting gegeven.) Studenten hebben gratis toegang tot de lezingen zonder gebruik van lunch.

De TH Twente is bereikbaar met het openbaar vervoer. Treinreizigers dienen uit te stappen bij station Hengelo. Vanaf dit station is er een halfuur dienst van de TET, bus richting Enschede Glanerbrug, uitstappen bij halte THT.
De THT ligt halverwege de oude rijksweg Enschede-Hengelo. Komend van de A1 (E8) de nieuwe rijksweg A35 volgen richting Enschede tot de eerste verkeerslichten. Daarna links af en aan het einde bij de volgende stoplichten rechtsaf. Daarna de tweede weg links (Twekkeleres). Op het terrein van de THT staat de weg aangegeven met borden "IEEE".

Namens de samenwerkende verenigingen
Dr. Ir. C.J. Koomen
tel: 035-892292

Hilversum, 19 september 1983

HET AMERIKAANSE BEDRIJFSLEVEN

G.P. den Braber, G.E. Houtekamer en J.J. Mendel
T.H. Delft, Afdeling der Elektrotechniek

Electrotechnical Industry in America. In March 1984 the electrotechnical engineering students association of the Delft University of Technology organized a studytrip to the U.S.A.. This article, written with the knowledge acquired during this trip, deals with various differences between the American and the Dutch electrotechnical industry. In it some general characteristics of firms and working conditions in America are discussed. Furthermore it deals with some striking aspects of the mentality in American industry seen through a European eye.

HET AMERIKAANSE BEDRIJFSLEVEN

In dit artikel zijn onze ondervindingen met betrekking tot opvallende kenmerken van het Amerikaanse bedrijfsleven vastgelegd, in navolging van onze studiereis naar de Verenigde Staten. Het accent zal komen te liggen op de positie van de ingenieur in het bedrijfsleven en de mentaliteit in het bedrijfsleven in vergelijking met de Nederlandse situatie.
Er is een indeling in vier hoofdstukken gemaakt:

1. Arbeidsomstandigheden
2. Bedrijfsvoering
3. Werk- en bedrijfsmentaliteit
4. Algemene indrukken

Het in onmogelijk om een scherpe scheiding tussen deze vier hoofdstukken aan te brengen. Voor deze indeling is gekozen om de uitwerking van het onderwerp overzichtelijker te maken.
Wij zijn ons ervan bewust dat het onmogelijk is, om een beschouwing over het Amerikaanse bedrijfsleven te geven die op alle ondernemingen van toepassing zou zijn. Onze bezoeken waren slechts beperkt tot de betrekkelijk welvarende elektrotechnische industrie. Maar ook binnen deze bedrijfstak zijn verschillen aanwezig in de wijze waarop een firma functioneert.
Hier zullen we zoveel mogelijk kenmerkende aspecten van het bedrijfsleven behandelen, zoals deze door ons werden ervaren. Indien mogelijk zullen we onderscheid maken naar het soort bedrijf.

Voor we tot behandeling van het eigenlijke onderwerp overgaan, willen we drie belangrijke punten vermelden. Deze hebben betrekking op het sociaal-economische milieu waarin bedrijven opereren en waarvan de combinatie typerend is voor de V.S.

- Een grote binnenlandse afzetmarkt (de V.S. telt 220 miljoen inwoners). Men kan een groot gebied bestrijken zonder tol- of taalgrenzen te passeren.

- Een economische structuur met een sterk kapitalistisch/liberale inslag. De vrijhandelsstructuur en vaak geringe overheidsbemoeienis maakt het ondernemen "gemakkelijk". De wetgeving biedt echter veel gelegenheid om de ondernemer in belangrijke mate aansprakelijk te stellen voor zijn handelen.

- Het grondgebied van de V.S. is rijk aan vele bodemschatten zoals olie en ertsen. Men is dus niet zo afhankelijk van de import van grondstoffen, dit in tegenstelling tot vele andere industrielanden (bijvoorbeeld Japan!). Daarboven beschikt het land over veel en gevarieerde landbouwgronden.

Uit bovenstaande punten blijkt dat er gunstige voorwaarden bestaan voor het ondernemen in de V.S. De relatief hoge welvaart van de natie kan hieruit gedeeltelijk verklaard worden.

ARBEIDSOMSTANDIGHEDEN

De sociale voorzieningen zijn in de V.S. staat voor staat verschillend. Op dit gebied is het beter de V.S. met de E.E.G. te vergelijken en de staten binnen de V.S. met de afzonderlijke landen in West-Europa. De invloed van de centrale regering beperkt zich tot een klein aantal basisregels.
Het niveau van de sociale voorzieningen van overheidswege is in de V.S. duidelijk lager dan die in Nederland en vele andere West-Europese landen. De uitkeringen zijn lager en duren vaak relatief kort. Sociale verzekeringen worden dan ook veelal per bedrijf geregeld (al dan niet aanvullend). Vooral de grote bedrijven hebben in het algemeen uitgebreide en goede voorzieningen voor het personeel. Zo krijgt men bij IBM na een geruime tijd in dienst te zijn geweest, zelfs in het geval van een maanden durende ziekte, het laatstverdiende loon doorbetaald. In de regel is het bij de kleinere ondernemingen daarentegen zo dat de sociale verzekeringen ontbreken en de werknemer zichzelf tegen onvoorziene omstandigheden moet verzekeren.

De vakbonden hebben in sommige gevallen een grote invloed, omdat ze, zodra meer dan 50% van de werkenden lid is, het bedrijf een diktaat kunnen opleggen. Veelal zullen ze dat ook doen. De vakbond wordt dan als een lastig obstakel gezien, niet in het minst door de directie.
Het gevolg is dat de bedrijven alles proberen om de vakbondsinvloed klein te houden. Voor de succesvolle elektronica- en computerbedrijven is dat geen probleem, ze bieden hun werknemers dan ook meestal betrekkelijk goede voorwaarden. Andere bedrijven die minder goede voorwaarden kunnen of willen bieden zijn overgeleverd aan de vakbonden. Bij de Metro in Washington D.C. en bij Consolidated Edison (de energie maatschappij van New York) klaagde men nogal over de vakbondseisen, die niet reeel zouden zijn. De salarissen liggen voor vak-

bondsleden tot 30% hoger.
Mede doordat de vakbondsinvloed in veel elektrotechnische bedrijven gering is, zijn de ontslagprocedures relatief eenvoudig. Wanneer de directie meent een zeker aantal mensen te moeten ontslaan, dan kan zij haar beslissing vrijwel onmiddellijk ten uitvoer brengen. Een werknemer, van hoog tot laag, heeft dus lang niet zoveel zekerheden omtrent zijn baan als bijvoorbeeld zijn Nederlanse collega. Dit geldt met name in de kleinere ondernemingen en ondernemingen die in een financieel zwakke positie zijn. Zo kreeg een vice-president van een IC-bedrijf te horen dat hij ontslagen werd. Binnen enkele dagen werd de man gedegradeerd tot hulp bij audio-visuele presentaties, in het kader van een tussentijdse regeling. In deze tijd kon hij daar een nieuwe baan zoeken: een soort "gunst". Het vinden van een nieuwe baan is meestal geen probleem; ontslag wordt door een andere firma niet als een persoonlijke mislukking opgevat.
Men moet niet uit het oog verliezen dat deze kleine bedrijfjes vaak uit noodzaak ontslaan. Het ontslaan van werknemers geeft het bedrijf immers geen goede naam. Het ontslag van werknemers is in de meeste gevallen een gevolg van een slechte lange-termijn planning waardoor er niet genoeg financiele ruimte is om de overcapaciteit van het bedrijf te bekostigen bij een geringere vraag. Grotere, welvarende bedrijven ontslaan zelden mensen, een punt waar ze vaak trots op zijn. Zo kregen we bij IBM te horen dat dat ook de reden was voor de lange levertijd van de nieuwe personal computer van IBM. IBM verwacht dat als ze nu extra personeel aan gaan trekken om aan de vraag naar de personal computer te kunnen voldoen, ze later met een overcapaciteit komen te zitten waardoor ze personeel zouden moeten ontslaan.
Tegenover deze hogere graad van zekerheid in de grotere bedrijven staat echter dat in kleinere bedrijven het salaris soms hoger ligt.

De regelingen voor vakantiedagen zijn in de V.S. heel anders dan in Nederland. Werknemers in het Amerikaanse bedrijfsleven beschikken over veel minder vakantiedagen dan hun Europese collega´s. Bij de meer "vrijgevige" bedrijven (meestal de grotere aan de oostkust) kan men 5 a 10 vakantiedagen opnemen in het eerste jaar dat men daar werkt. De werkenden in de meeste andere bedrijven kunnen in hun eerste werkjaar echter geen vakantieperiode krijgen. Het tweede jaar van tewerkstelling is dit soms wel mogelijk maar dit gaat dan meestal niet van harte. Dit geldt vooral voor de bedrijven in Silicon-Valley. Dit fenomeen is begrijpelijk vanuit de optiek van continuiteit van produktie, noodzakelijk voor een goede positie van het bedrijf.

Tot slot nog een woord over de veiligheidsvoorzieningen in de door ons bezochte bedrijven.
Bij alle produktieprocessen waar met gevaarlijke stoffen werd gewerkt, waren er uitgebreide veiligheidsvoorzieningen aanwezig. Het gaat hierbij vooral om de produktielijnen van geintegreerde schakelingen. Vaak zijn er speciale diensten aanwezig in het bedrijf die intern controle uitoefenen op de veiligheidsstandaarden. Bij het elektriciteitsbedrijf Consolidated Edison (New York) gelden ook strenge veiligheidsmaatregelen, met name in de nucleaire elektriciteitscentrale en het vervoer van radio-aktief afval. Niet alleen uit oogpunt van welzijn let men in het bedrijfsleven op de veiligheid; ongelukken zijn immers een slechte reclame voor de firma en kunnen tot hoge schade-claims leiden.

BEDRIJFSVOERING

Dit hoofdstuk zal ingaan op de organisatiestructuur van het bedrijf om daarna aspecten van planning en managementstrategie naar voren te brengen. Met vooropgezette bedoeling staat de ingenieur hierin centraal vanwege zijn niet onaanzienlijke rol hierin.

BEDRIJFSORGANISATIE

Veel Amerikaanse bedrijven werken volgens het "dual-scale" principe. Dit betekent dat er tussen de functieladders van management en onderzoekers/technologen uitwisselbaarheid bestaat. Zo kan een onderzoeker die enige tijd werkzaam is geweest in de research, een managementfunctie van "vergelijkbaar niveau" gaan bekleden (uiteraard na enige bijscholing). Met vergelijkbaar niveau wordt hier bedoeld dat aan een bepaalde positie in de technologische sector een zelfde waarde wordt toegekend als een in de managementsfeer.
Als voorbeeld volgt hieronder de dual-scale ladder bij Wang.

Management	Techniek	Aantal jaren in deze en voorgaande funkties
Director	Senior consultant	
Department manager	Consultant	
Manager II	Specialist	
Manager I	Principle engineer	8
	Senior engineer	4-8
	Engineer II	1,5-4,5
	Engineer I	0-1,5

Het gaat bij het dual scale system niet om een verplichting van horizontale functieverwisseling, maar slechts om de mogelijkheid hiertoe. Bij de meeste grote bedrijven is het begin van de carriere van de ingenieur ongeveer gelijk. Het carriereplaatje splitst zich na een aantal jaren in technische specialisten en managers. Bij produktiegerichte bedrijven gebeurt dit na ongeveer 6 jaar. Bij onderzoek gerichte bedrijven na ongeveer 10 jaar.
Ook is bij produktiegerichte bedrijven het percentage ingenieurs dat manager wordt veel hoger dan bij onderzoekgerichte bedrijven. Een pas afgestudeerde ingenieur met een master degree begint in de regel als Engineer II. Het lagere management is in de meeste bedrijven in handen van wetenschappers, uiteraard voor zover het R&D afdelingen betreft. Bij het top management zijn er echter grote verschillen. Enkele succesvolle bedrijven zoals HP, Intel en Bell Labs worden geleid door technisch management. Binnen bijvoorbeeld IBM en Wang bestaat geen vaste regel hieromtrent. Zowel technici als mensen met een managementsopleiding hebben hoge functies. Veel bedrijven in Silicon Valley (o.a. Signetics) worden geleid door afgestudeerden van de Harvard School of business.

Amerikaanse bedrijven staan zeer verschillend ten opzichte van hun personeel. Sommige firma´s weten bij voorbaat al dat de kans groot is dat werknemers niet langer dan een paar jaar bij hen zullen werken door de aantrekkende kracht van concurrerende ondernemingen. Dit gebeurt vooral in Silicon-Valley. Men tracht door middel van aantrekkelijke aanbiedingen kennis en ervaring binnen te halen in een bedrijf om bepaalde hoogstaande technologieen toe te passen of ontwikkelen. Indien een directie bijvoorbeeld beslist tot het installeren van een nieuw IC-produktieproces, zal zij eerst zorgen dat er voldoende technici aanwezig zijn. Meestal zijn dit dus mensen uit andere IC-bedrijfjes. In Silicon Valley is het dan ook hoogst ongebruikelijk om een dure opleiding voor een werknemer te verzorgen. Het risico dat de werknemer door de concurrent weggekocht wordt is te groot. Deze mentaliteit treft men vooral aan bij bedrijven als Signetics, National en Intel.
Anderzijds zijn er bedrijven die wel proberen hun werknemers (voor het leven) te binden. Ze bieden dan betere arbeidsvoorwaarden en ook betere opleidingen. Bij Bell, HP en IBM besteedt men erg veel aandacht aan aanvullende opleidingen voor het personeel. Nieuwe werknemers krijgen een uitgebreide reeks cursussen voordat ze echt aan de slag gaan.

PLANNING EN MANAGEMENTSTRATEGIE

In het Amerikaanse bedrijfsleven is men sterk gericht op het bereiken van bepaalde doelstellingen binnen een termijn van circa 6 tot 18 maanden. Het management kiest vaak voor doelstellingen op korte of middellange termijn, zoals het op de markt brengen van een nieuwe chip of een nieuw apparaat rond een bepaald tijdstip. Soms worden deze ontwikkelingen ook aangekondigd in de media om aandacht te kunnen trekken. Voor een dergelijke strategie wordt gekozen om de continuiteit van de onderneming zo goed mogelijk te kunnen waarborgen. Vanuit het oogpunt van overleven wordt daarom in de meeste bedrijven in de elektronische industrie 10% of meer van het budget besteed aan Reseach and Development. Men is door concurrentie gedwongen, genoodzaakt, om steeds betere en/of goedkopere produkten te maken of om met nieuwe produkten een marktaandeel te her- of veroveren.
De bovengenoemde term "Research and Development" (R&D) is een typisch Amerikaanse benaming. In de V.S. is men al heel snel geneigd werk te rangschikken onder Research and Development. Een grote afdeling voor R&D wil beslist niet zeggen dat het bedrijf veel fundamenteel onderzoek doet. Dergelijk onderzoek wordt over het algemeen gedaan bij enkele grote bedrijven (AT&T, IBM) en bij de universiteiten. In het laatste geval meestal gesponsord door een aantal belanghebbende bedrijven.

Nieuwe ontwikkelingen worden vanuit twee verschillende richtingen gestart. Bedrijven als DEC en Wang laten hun R&D programma in sterke mate door de wensen van de (toekomstige) klanten beinvloeden. Deze beinvloeding kan men onderverdelen in een directe en een indirecte beinvloeding. Direct doordat bijvoorbeeld een klant vraagt naar een bepaald artikel waarvoor nog niet alle technologieen zijn ontwikkeld. De indirecte beinvloeding gaat via de marktverkenningen, die bedrijven houden om op de hoogte te blijven van de wensen van potentiele afnemers.
Andere firma´s, zoals IBM, HP en ook Atari, hebben centrale laboratoria als "denktenk" om de basis te leggen voor nieuwe produktlijnen. Het echte fundamentele onderzoek wordt in Amerika in een klein aantal laboratoria van grote bedrijven gedaan, zoals bij Bell en IBM. Kenmerkend voor dit onderzoek is dat er geen verplichte relatie tussen onderzoek en produkt hoeft te zijn. Opvallend is dat centra die zich alleen op onderzoek richten hun aantallen onderzoekers met M.Sc. en Ph.D. graden melden. Het belang dat aan deze titels wordt gehecht is groter dan in Nederland.

Voor publiciteit van de gefabriceerde produkten wordt in Amerika gebruik gemaakt van agressievere reklamemethoden dan in Nederland. Het eigen produkt wordt niet alleen de hemel ingeprezen, maar vaak ook vergeleken met dat van met name genoemde concurrenten. Het liefst vergelijkt men het eigen produkt met een veel verkocht artikel van een grote, bekende concurrent. De advertenties gaan ook gepaard met pakkende slogans die veelvuldig gebruikt worden. Sommige dringen zelfs door tot in het dagelijkse spraakgebruik.

Als voorbeeld voor de managementstrategie van een "conservatief" geleide firma geven we die van Hewlett-Packard. Als doel stelt men daar: "net earns must be 10% of sales", een grote winstmarge dus. Verder wenst het bedrijf geen schulden te maken. Hewlett-Packard wil alles zelf bekostigen om zodoende risico´s door invloeden van buiten af te beperken. Men kiest voor deze uitgangspunten om de Research and Development te kunnen bekostigen. Dit laatste is essentieel voor de firma, omdat de markt waarvoor zij produceert zich snel ontwikkelt. Hewlett-Packard kiest duidelijk voor een geleidelijke groei van de omzet.
In tegenstelling tot Hewlett-Packard heeft de firma Atari de laatste jaren wel een zeer snelle groei doorgemaakt. Er zijn in de expansieve periode echter weinig financiele reserves opgebouwd. Toen de inmiddels opgekomen concurrenten in de problemen geraakten en produkten zwaar onder elke prijs verkochten, bleef Atari met een grote onverkoopbare voorraad zitten. Nu tracht men nieuwe markten aan te boren om weer goede bedrijfsresultaten te boeken.
Bij een overheidsbedrijf, zoals de Metro in Washington D.C., bestaat het management uitsluitend uit politici. Zij worden direct gekozen door hun district en functioneren als afgevaardigde. Beslissingen komen dan ook tot stand vanuit een politiek oogpunt. De angst voor stemmenverlies kan hierbij een rol spelen. Wel zijn er technici aanwezig als adviseurs, maar deze hebben geen beslissingsbevoegdheid.

HET VERKRIJGEN VAN EEN BAAN.

Als laatste onderwerp in dit hoodstuk zal het verkrijgen van een baan voor een jonge ingenieur behandeld worden, met het doel om het beeld van de rol van de ingenieur in de Amerikaanse bedrijfsvorming te completeren. Het is voor de meeste pas afgestudeerde ingenieurs, hetzij met een bachelors, masters of Ph.D. degree, niet eenvoudig een goede baan te krijgen.
Gezien de enorme groei van de elektrotechnische industrie in Amerika is er wel een grote behoefte aan elektrotechnische ingenieurs, maar door de grote mobiliteit en het veelvuldig veranderen van werkgever ten bate van de eigen carriere is het aantal sollicitanten voor de meeste vacatures erg groot.
Heel belangrijk is het "resume" ofwel het curriculum vitae. Dit vermeldt het doel, de ervaring, opleiding, interesses e.d. van de sollicitant. Dit resume wordt tesamen met een zogenaamde "cover letter" verstuurd naar een aantal bedrijven. Is een bedrijf geinteresseerd, dan volgt de tweede belangrijke fase, namelijk het interview. In een of meerdere gesprekken, meestal met degene die eventueel later een directe meerdere wordt, wordt de kennis maar vooral de persoonlijkheid van de kandidaat bekeken.
In Nederland heeft iedere ingenieur dezelfde opleiding gehad. In Amerika ligt dat anders. De verschillende "degrees" zijn niet wettelijk bepaald of beschermd. Dit maakt het interview des te belangrijker, tenzij men van een universiteit met een gevestigde reputatie komt, zoals MIT, Stanford of Princeton. Deze, overigens zeer dure, universiteiten selecteren de beste studenten en hebben ook de financiele middelen om deze een goede opleiding te geven. Vooral op deze universiteiten proberen de bedrijven voor hen geschikte toekomstige werknemers te werven. Veel studenten werken tijdens hun studie (om deze te kunnen betalen) als zogenaamde "coop". Hieruit volgen uiteraard vaak goede connecties, wat later tot een vaste baan kan leiden. Ook komt het veelvuldig voor dat veelbelovende studenten vooral op "graduate" niveau, dit is na het Bachelors degree, studiebeurzen van bedrijven ontvangen (soms $10.000 of meer). Dit gaat direct van het bedrijf naar de student, waarbij deze geen verplichtingen ten aanzien van het bedrijf aan hoeft te gaan. Wel houdt het bedrijf vaak de vorderingen van de student bij.

Een goede hulp voor de werkzoekende ingenieurs zijn de "career placement centers", die de meeste universiteiten hebben. Hier wordt informatie verzameld over bedrijven, zijn lijsten met vacatures beschikbaar en kunnen interviews e.d. geoefend worden.
Een baan vinden als elektrotechnisch ingenieur in Amerika is gezien de vraag hiernaar niet zo moeilijk. Maar om de baan te krijgen bij het bedrijf, met de geografische plaats, met het salaris en met de carrieremogelijkheden die men begeert, valt in het algemeen niet mee. De meeste bedrijven krijgen duizende resumes per jaar toegestuurd en om daar bovenuit te steken is uiteraard niet eenvoudig.

WERK EN BEDRIJFSMENTALITEIT

De werkmentaliteit van de Amerikaanse werknemer wordt, vaak uit noodzaak, bepaald door financiele aspecten.
De salariering in de V.S. is gericht op de geleverde prestaties van het individu. Het produktief zijn voor de onderneming staat heel duidelijk voorop. Dat is geen wonder, aangezien de bedrijven in de V.S. moeten vechten voor hun bestaan. Het draait om "the survival of the fittest". Men moet zo effectief mogelijk

produceren om het voortbestaan van de onderneming zo zeker mogelijk te stellen. Bedrijven ontvangen in de regel weinig of geen subsidie van de overheid om het voortbestaan te garanderen. De beloning voor de verrichte arbeid stimuleert de motivatie om effectiever te produceren.

De materiele welvaart van de Amerikaanse werknemer is sterk afhankelijk van die van de onderneming. Hierdoor is hij vaak erg betrokken bij het wel en wee van het bedrijf waar hij werkt. Het is niet ongebruikelijk dat er door het personeel financieel geparticipeerd wordt in een bedrijf, bijvoorbeeld door het kopen van aandelen. De verbondenheid met de firma wordt op deze manier nog sterker.
Ontslagen worden in de V.S. betekent vaak een aanzienlijke teruggang in inkomen op vrij korte termijn. De redenatie is dan ook vaak in de trant van "gaat het goed met het bedrijf, dan gaat het goed met mij". Er leeft een sterke wil om met z´n allen de schouders eronder te zetten om zodoende de individuele welvaartstand te verhogen.
Wanneer men vrijwillig vertrekt bij een bedrijf, bestaat er vrijwel altijd de mogelijheid om weer terug te keren bij hetzelfde bedrijf. Dit wordt als normaal verschijnsel geaccepteerd. Sommige medewerkers vertrekken om hun eigen onderneming te beginnen. Hierbij kunnen ze zelfs gebruik maken van kennis uit het oude bedrijf, die daar niet benut wordt. Het failliet gaan van een eigen onderneming wordt in de V.S. niet als een brandmerk beschouwd. Ondernemingsgeest is in Amerika een hoog aangeslagen eigenschap. Terugkeer naar het oude bedrijf, of het wagen van een nieuwe poging, behoren dan ook tot de reeele mogelijkheden.

Van het hogere personeel wordt verwacht dat zij overwerk doen indien dat nodig is. Dit dient dan te geschieden op eigen initiatief om zodoende bijvoorbeeld een bepaalde taak op tijd te volbrengen. Het is niet ongebruikelijk om midden in de nacht nog personeel in het bedrijf aan te treffen. Overwerk van hoger personeel is meestal onbetaald. Er wordt een zekere mate van eigen verantwoordelijkheid ten opzicht van werk en taakvervulling verwacht. Men is immers ingehuurd om de firma vooruit te helpen en niet om van 9 tot 5 aanwezig te zijn.
Men verwacht van het hoger personeel dat zij zelfstandig te werk kunnen gaan en zelf gemotiveerd zijn. Een directe dagelijkse supervisie van bovenaf komt men zelden tegen. Wel wordt eens in de paar maanden met de betreffende chef de resultaten van de gestelde taken of doelstelling besproken. Er heerst de mentaliteit dat ieder voor zich verantwoordelijk is voor het werk dat hij verricht. Dit geeft natuurlijk meer vrijheid van handelen dan in strakke structuren. Deze bewegingsvrijheid kan zowel positieve resultaten opleveren (originele ideeen) als negatieve (ongecoordineerd bezig zijn).

In de onderzoekslaboratoria wordt vaak onderzoek gedaan in kleine groepjes, dikwijls met maar 1 of 2 mensen per deelproject. De formele controle op het verrichte onderzoek is vaak heel summier. Bij Bell labs. bijvoorbeeld moet slechts een keer per jaar een A-4tje met een werkoverzicht worden ingeleverd. Het liefst trekt men iemand binnen een bepaalde specialisatie bij Bell labs. aan om hem daarna zelf te laten doen wat hij wil, in de hoop dat de resultaten het beste zullen zijn als de onderzoeker het gebied uitzoekt waar hij zelf de meeste perspectieven in ziet.
Bij PRLS echter krijgt vrijwel iedereen een nauw omschreven opdracht. De firma is niet zo groot dat ze zich een groot aantal "vrije" onderzoekers kan veroorloven. De sfeer is in ieder geval zo dat prestaties zeer worden gestimuleerd. Iemand die een jaar niets heeft klaargemaakt kan weinig waardering verwachten van zijn chef en zijn collega´s.

ALGEMENE INDRUKKEN

Kenmerkend voor de Amerikaanse manier van handelen is dat snel beslissingen worden genomen. Men twijfelt weinig, maar legt daarentegen een soort zelfverzekerdheid aan de dag, zowel naar binnen als naar buiten toe. Vaak benadrukt men dat het goed gaat met het eigen bedrijf, of in ieder geval dat het beter zal gaan.
Europeanen zijn hierin veel genuanceerder. Bij grotere beslissingen kijkt de Europeaan meer "de kat uit de boom" en overweegt langer wat hij zal doen. De Amerikaan daarentegen is er veel meer op gericht zo snel mogelijk een (nieuwe) markt of marktaandeel te veroveren. Nieuwe ontwikkelingen worden enthousiast ontvangen en snel toegepast c.q. vercommercialiseerd, terwijl Europeanen een meer afwachtende houding aannemen. Dit snelle handelen van de Amerikanen wordt in zekere mate afgeremd door de kans om juridisch aansprakelijk gesteld te kunnen worden voor zekere gebeurtenissen. Ten gevolge van al of niet vermeende nalatigheid kunnen er zeer hoge schadeclaims geeist worden. Zo heeft bijvoorbeeld de Metro in Washington hele gebouwen van binnen en buiten gefotografeerd, voor de aanvang van de bouwwerkzaamheden. Op deze manier kan aangetoond worden, of bepaalde scheuren in de gebouwen al aanwezig waren voor de metro aanleg. Ook contracten tracht men juridisch waterdicht te krijgen, al of niet met behulp van professionele juristen. Aan mondelinge overeenkomsten hecht men geen waarde: alles dient zwart op wit te staan.

De zekerheid waarmee de Amerikanen naar buiten treden viel ons bij veel bedrijfspresentaties op. Een voorbehoud wordt zelden door een Amerikaan gemaakt. Zo luidt de tweede alinea van de brochure over het Engineering department van Stanford:

> The Department is an assembly of extraordinary talented people, dealing with an explosive body of knowledge in a stimulating and supportive environment.

Dergelijke berichten leest men in Europa alleen in de folders van reisbureaus, als de Costa del Sol wordt aangeprezen. Nederlandse bedrijven die zich in de V.S. presenteren moeten met deze instelling rekening houden.
- Bescheidenheid lijkt een Amerikaan niet te sieren. -

Tot slot nog een positieve melding: We hebben niet de indruk gekregen dat Nederland ver achterloopt op alle gebieden. Natuurlijk worden veel zaken in de V.S. veel grootser aangepakt dan hier, maar er liggen nog voldoende gebieden open. Bij de toepassingen van de computertechnologie liggen nog vele mogelijheden voor Nederland. Het verschil tussen Amerika en Nederland zit niet zozeer in de kwaliteit van het werk maar vooral in de presentatie.

Literatuur:

Verslagen van de bedrijfsbezoeken uit het eindverslag in voorbereiding van de Amerika excursie maart 1984, (bovenstaand stuk wordt tevens in het eindverslag opgenomen).

WERELDWIJDE ACTIVITEIT IN VLSI

of

DE WERELD 5 JAAR NA RATHENAU.

Drs.R.J.L.Morel
OSDAS/DCG Electronics
Den Haag.

en L.Spaanenburg
Technische Hogeschool Twente
Vakgroep Besturingssystemen en Computers, Enschede.

How does the world survive the microelectronics revolution? All over the world national programs are initiated and put into effect. First the Japanese endeavour is discussed, followed by the American reaction. From the late entry of Australia and Canada it is learned, how to start afresh. After noting the troublesome way European countries operate apart and together, the situation in the Netherlands is commented upon.

DE VRIJHEID VAN DE VERBEELDING.

Microelectronica is voor veel bedrijven een belangrijk onderdeel van de product strategie. Daarbij gaat het er veelal om met bestaande en reeds op de markt te verkrijgen chips te kunnen spelen en kennis te verwerven. Minder belang wordt nog gehecht aan het zelf ontwerpen van chips. De belangstelling om daadwerkelijk daarin te investeren is althans op zo'n laag niveau dat fabrikanten van productie apparatuur voor het ontwerpen van chips de trend nog niet vertaald hebben gezien in concrete orders. Toch zal deze phase voor de concurrentie positie van het product van wezenlijk belang worden. De grote Amerikaanse en Japanse IC bedrijven onderkennen dat en wat je dan ook ziet is, dat deze industrien op strategische punten in de wereld IC-ontwerp winkels gaan vestigen. Deze centra, op de hoek van de straat als het ware, functioneren als informatiebron en point-of-sale voor de diensten en producten van de IC industrie. Andere leveranciers benaderen voor hetzelfde doel de markt met een door de klant te huren werkstation, of proberen by voorbaat marktsegmenten af te schermen door zelfstandig opererende ontwerphuizen aan zich te binden (1). Een kenmerkend voorbeeld is de strategie van Texas Instruments, welke een aantal Europese universiteiten, zoals de TH-Eindhoven, de gratis beschikking over de T.I. gate array ontwerpsoftware heeft gegeven. Als voorwaarde hiervoor dienen de universiteiten zich open te stellen voor klanten door middel van demonstraties en kursussen. In feite is dit dezelfde strategie, die Digital Equipment bij de introductie van haar computers regelmatig bezigt onder het motto: de studenten van nu zijn de industriele gebruikers van morgen!

Een op de klant afgestemd product kan een volgende phase van innovatie inluiden. De Nederlandse microelectronica centra behoren in dit kader een nuttige rol te vervullen. Daarbij wordt voornamelijk gedacht in sleutelwoorden als bewustmaking, advisering, technische ondersteuning; en in het kader van het speerpuntenbeleid komen enige accenten in de richting van sensoren, software aspecten van microcomputer toepassingen, computer gesteund doceren, patroon herkenning, robotics, man-machine interfaces en medische toepassingen. Een allegaartje van eigen deeg. Helaas functioneren de centra nog steeds _ en waarschijnlijk nog voor een lange periode _ slechts als postbus. Niet dat dat aan de centra zelf ligt, maar hun ontstaan is mede een directe consequentie van de uitvoering van een vaag idee dat de Nederlandse overheid in die tijd had over wat microelectronica nu echt betekent. Het plan Rathenau probeerde de toekomst te verbeelden. Beperkt door de zintuigelijkheid en ratio van die tijd kan nu geconstateerd worden, dat nog weinig inhoud is gegeven aan de vorm en de daadkracht van het actieplan.

Een complicerend factor is dat microelectronica niet de evolutie is van vacuumbuis, transistor, en dan de volgende generatie, maar veel revolutionairder is van karakter: een totale omwenteling van de samenleving. Electronische componenten zijn nu volledige systemen. Het in componenten denken van systemen is een hele andere product strategie en de opleiding die daarbij hoort een hele andere educatie strategie dan het huidig voorgestelde pakket aan maatregelen om wat aan microelectronica te doen. Ontwerpen is drie-dimensionaal puzzelen met geemancipeerd gereedschap. Voor de uitoefening van deze kunst worden fondsen beschikbaar gesteld; in het buitenland wat meer dan in Nederland. Veel is er echter niet gealloceerd voor de microelectronica. Dus laten we de conclusie volgen dat het internationale beleid in deze, inclusief het europees beleid, van doorslaggevende betekenis is voor ons nationaal beleid. Geen wonder dan dat Philips via Signetics alvast anticipeert en eerder investeert in het CIS programma van de universiteit van Stanford in Amerika dan in het nationale NELSIS gebeuren. Evenmin is het een wonder, dat Philips met andere industrien op europees niveau samenwerkt en niet op nationaal niveau met bv. OCE-van den Grinten. In de volgende paragraphen proberen we enige ontwikkelingen aan te stippen: een historisch intro, dan de status, en vervolgens de muziek van onze ziel.

DE WEG NAAR WASDOM.

Zoals zovele takken van de techniek, vindt microelectronica reeds zijn wortels in het grijze verleden. Algemeen wordt als begin gezien de ontdekking van Lilienfeld, dat de mate van geleiding door een halfmetaal middels electrische veldsterkte loodrecht op de geleidingsrichting beinvloed kan worden. Het patent, dat dit physich phenomeen beschrijft, stamt al uit 1926. Er waren echter nog de nodige fabricage technische problemen op te lossen voor dit idee toepasbaar werd. Bovendien waren applicaties nog niet direct zichtbaar. Het vergde een tweede wereldoorlog om een verder ontwikkeling te stimuleren (fig.1). Volgende mijlpalen waren de uitvinding van de transistor in 1948 door Bardeen, Brattain, Pearson en Shockley en de uitvinding

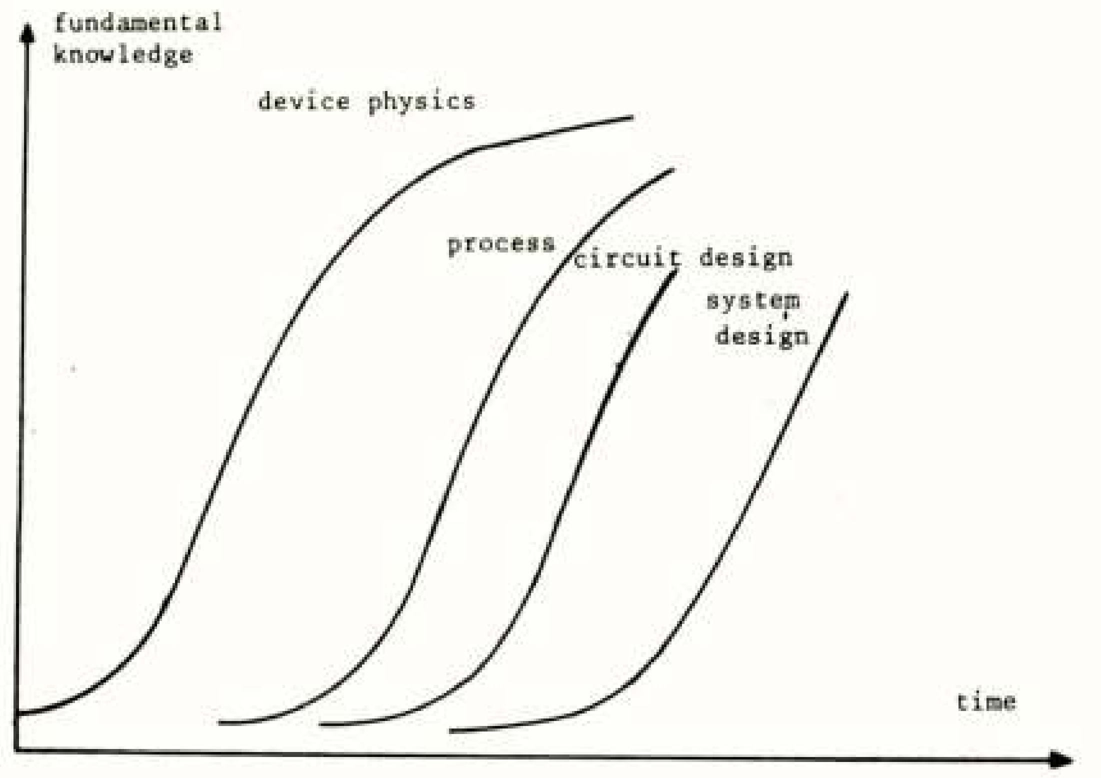


Fig.1. Fundamentele obstakels bij de ontwikkeling van de microelectronica.

van de planaire fabricage techniek rond 1960 door Kahng en Atalla. Hiermee was de transistor, zoals dit nu nog bestaat, vastgelegd en werd de stoot gegeven tot de tweede phase in de ontwikkeling: het ontwikkelen van electronische functies. Met name de transistor-transistor logica (TTL) heeft sterk tot de populariteit van de microelectronica bijgedragen. Geintegreerde schakelingen uit deze periode groeiden uit tot een complexiteit van enkele honderden poorten. Rond 1972 werd de derde phase ingezet, toen de komst van microprocessoren aantoonde, dat grote functies mogelijk waren. Echter de groei werd sterk belemmerd door het gebrek aan IC-eigene systeem ontwikkelingstechnieken. Het duurde tot 1978 tot een nieuwe doorbraak zichtbaar werd (2). Vijftig jaar na Lilienfeld brak de echte microelectronica revolutie uit.

Een andere, meer product georienteerde kijk op de geschiedenis laat zien, hoe er zich twee richtingen hebben ontwikkeld. Enerzijds bevatten schakelingen steeds meer functies, anderzijds bevatten schakelingen steeds meer toegevoegd geheugen (fig.2). Deze laatste soort leidt niet tot een groter ontwerpprobleem; de eerste echter wel. Of zoals Carven Mead het uitdrukt:

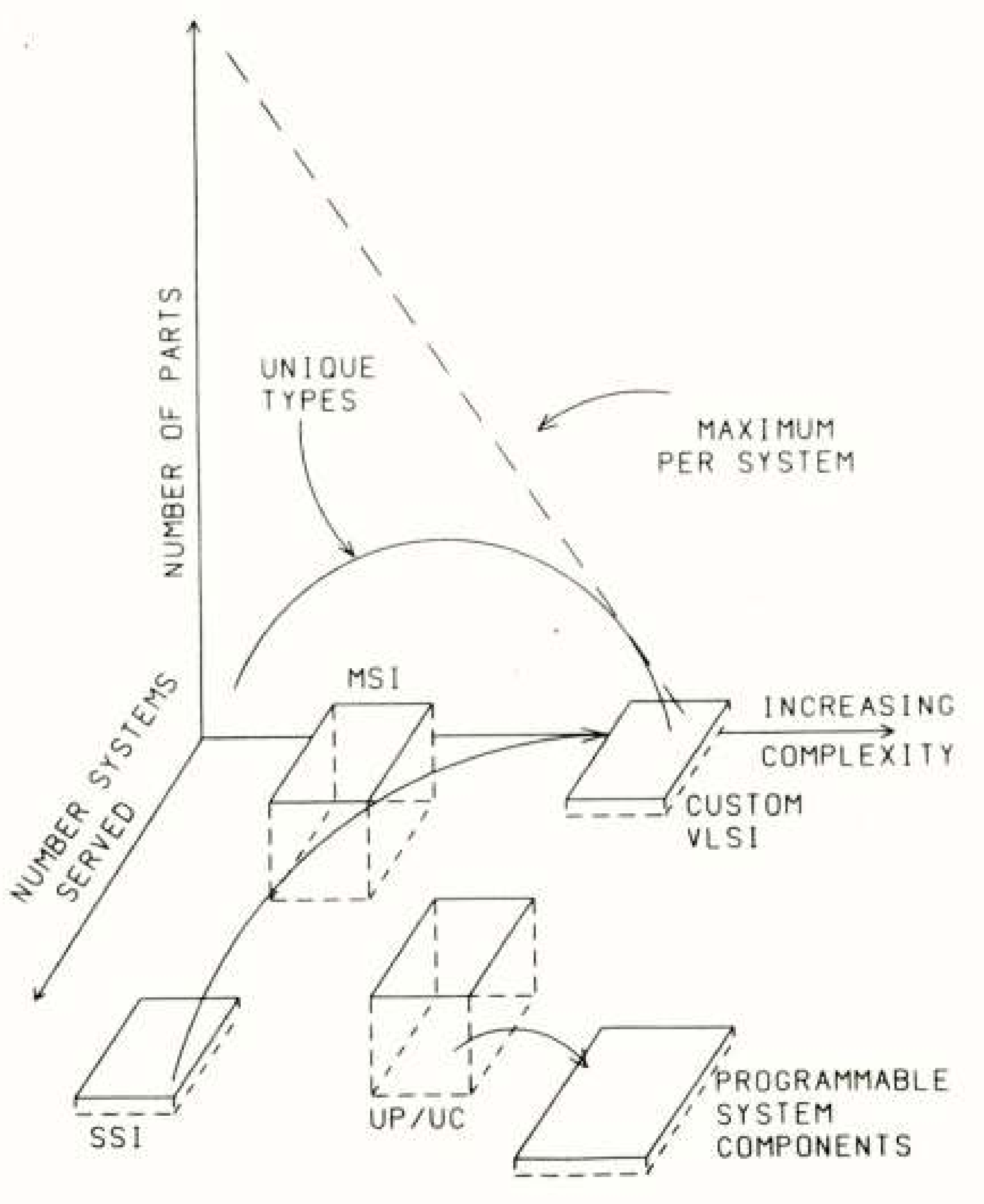


Fig.2. Dimensies van de uitbreidende chip.

"VLSI is a statement about system complexity, not about transistor size or circuit performance. VLSI defines a technology capable of creating systems so complicated that coping with the raw complexity overwhelms all other difficulties."

Een 256 kbit RAM is derhalve zeker geen VLSI; een 32-bits microprocessor zou het kunnen zijn. De toenemende complexiteit leidt tot een exponentieel toenemende ontwerptijd. Er is grote behoefte aan innovatie om dit weer terug te dringen. Pas dan kan de potentie van VLSI ten volle uitgebuit worden. Een kenmerkend voorbeeld van hoe moeizaam een VLSI schakeling heden ten dage tot stand komt is de BELLMAC-32 microprocessor. Deze 140.000 transistoren tellende chip vergt een ontwerptijd van meer dan 100 manjaar. Omgerekend betekent dit een gemiddelde productiviteit van niet meer dan 7 transistoren per dag! Met de CAD van de toekomst kan dit met meer dan een factor 100 vergroot worden. Het gebrek aan zekerheid in het ontwerpen leidde verder tot een hoeveelheid computerkosten voor de verificatie van de ontwerpstappen, die de bruto omzet van een grote microelectronica leverancier zoals INTEL te boven gaan.

WAT DE TOEKOMST BRENGEN MOGE.

De ongelooflijk snelle ontwikkeling van de integratie van meer dan 100.000 electronische componenten op 1 chip moet toch een ieder verbaasd hebben. Nog maar enkele jaren geleden werd volop getwijfeld aan de zinvolheid hiervan. In 1979 werd door Gordon Moore van Intel Corp. op ´s werelds meest vooraanstaande conferentie op het gebied van halfgeleider circuit technologie (ISSCC) de stelling geponeerd, dat zo´n groot 1-chips systeem niet meer kon zijn dan de bestaande microprocessor met meer direct toegankelijk geheugen op de chip of met een grote woordbreedte. De tijden zijn veranderd. Nu staan de conferenties en tijdschriften bol van volstrekt nieuwe ontwerpen.

In het kader van de 5de generatie computer programma´s worden wegen ingeslagen van snellere processoren en de ontsluiting van kunstmatige intelligentie (AI). Om 50.000 woorden in spraak en 10.000 beeldeenheden te herkennen zijn supercomputers nodig, die 10 tot 1000 Giga Instructies Per Seconde (GIPS) kunen verwerken. Dat is heel snel! Ter vergelijking, de CDC-6600 verwerkt "slechts" 0,005 GIPS, de CRAY-1 0,09 GIPS en de Cyber-250 heeft een effectieve verwerkingssnelheid van 0,5 GIPS . De nieuwere, geavanceerde ontwerpen zoals de onlangs aangekondigde INMOS transputer (3) heeft op chip niveau al een instructie doorvoer snelheid van 0,1 GIPS; hiermee kunnen computers worden ontworpen met een prestatie van 2,5 GIPS. Een stap in de goede richting dus, maar niet zonder moeite. Vele innovaties op het gebied van het computer ondersteund ontwerpen (CAD) gingen hieraan vooraf. Zo is cruciaal voor de ontwikkeling van de transputer het layout ontwerpsysteem FAT FREDDY, een innovatie welke aan de universiteit van Warwick(U.K.) geboren werd en vervolgens bij INMOS, de nationale halfgeleider firma van Engeland, tot volwassenheid werd gebracht. Een andere belangrijke ontwikkeling is OCCAM: een hoog-niveau ontwerptaal die allengs een industrie standaard begint te worden.

Wat VLSI kan betekenen voor de ontwikkeling van kunstmatige intelligentie is nog open voor speculatie. Dat concrete ontwikkelingen in het naaste verschiet liggen, blijkt wel uit het personeelsbeleid van bedrijven als Texas Instruments, National Semiconductors, Intel en Xerox. Zo is Lynn Conway na baanbrekend werk op het gebied van de VLSI ontwerpdiscipline vervolgens een groep gestart voor "knowledge engineering" (4).

DE STIMULERENDE ACHTERSTAND.

In 1970 kondigde Japan de 3E revolutie aan: een programma met aandacht voor Energie, Exotische materialen en Electronica. Waar het eiland Japan een groot gebrek heeft aan natuurlijke hulpbronnen, zodat deze geimporteerd moeten worden, is het niet verwonderlijk dat accenten verschoven zijn naar andere

strategische componenten. Zo heeft de wereld een snelle opkomst van Japan gezien op het gebied van scheepsbouw en automobielen, doch ook hier was het effect van dure geïmporteerde natuurlijke hulpbronnen nog te zeer voelbaar. In het midden van de zeventiger jaren is de nadruk gaan vallen op de informatie-technologie en wat daar mee samenhangt. Een belangrijke uiting hiervan is het bij NTT (Nippon Telephone and Telegraph, vergelijkbaar met de Nederlandse PTT) in ontwikkeling zijnde Information Network System (INS) (fig.4). Historisch gezien ligt het accent meer op hardware dan op software. Waar vanuit het Engels een eenvoudige overgang gemaakt kan worden naar een programmeertaal, ligt dit voor Japan met zijn veelheid aan taalsymbolen aanzienlijk moeilijker. Als gevolg hiervan heeft de nadruk lange tijd gelegen op de consumentenmarkt, waar hardware ontwikkeld wordt voor zulke massa artikelen als de kleurentelevisie en de calculator. Zo kon men in 1981 in de calculators van Hitachi nog slechts 1 chip aantreffen met meer functionaliteit dan waar in 1967 60 aparte chips voor nodig waren.

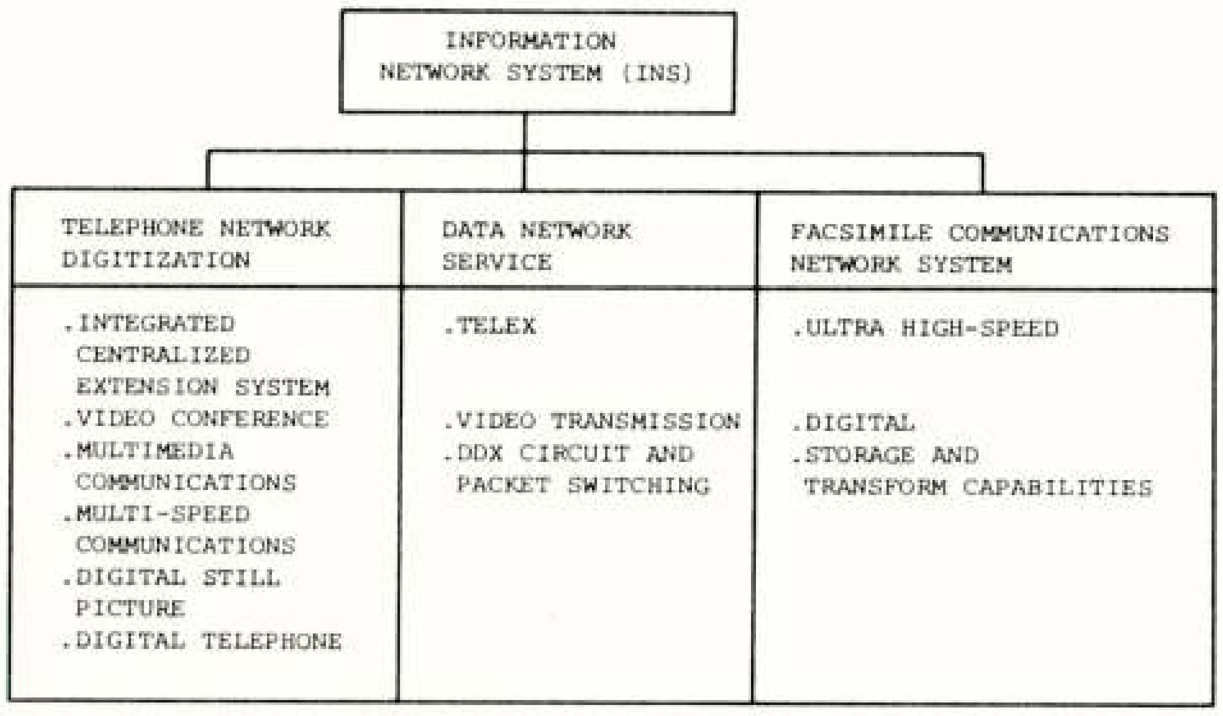


Fig.4. Overzicht van Nippon's Information Network System (INS).

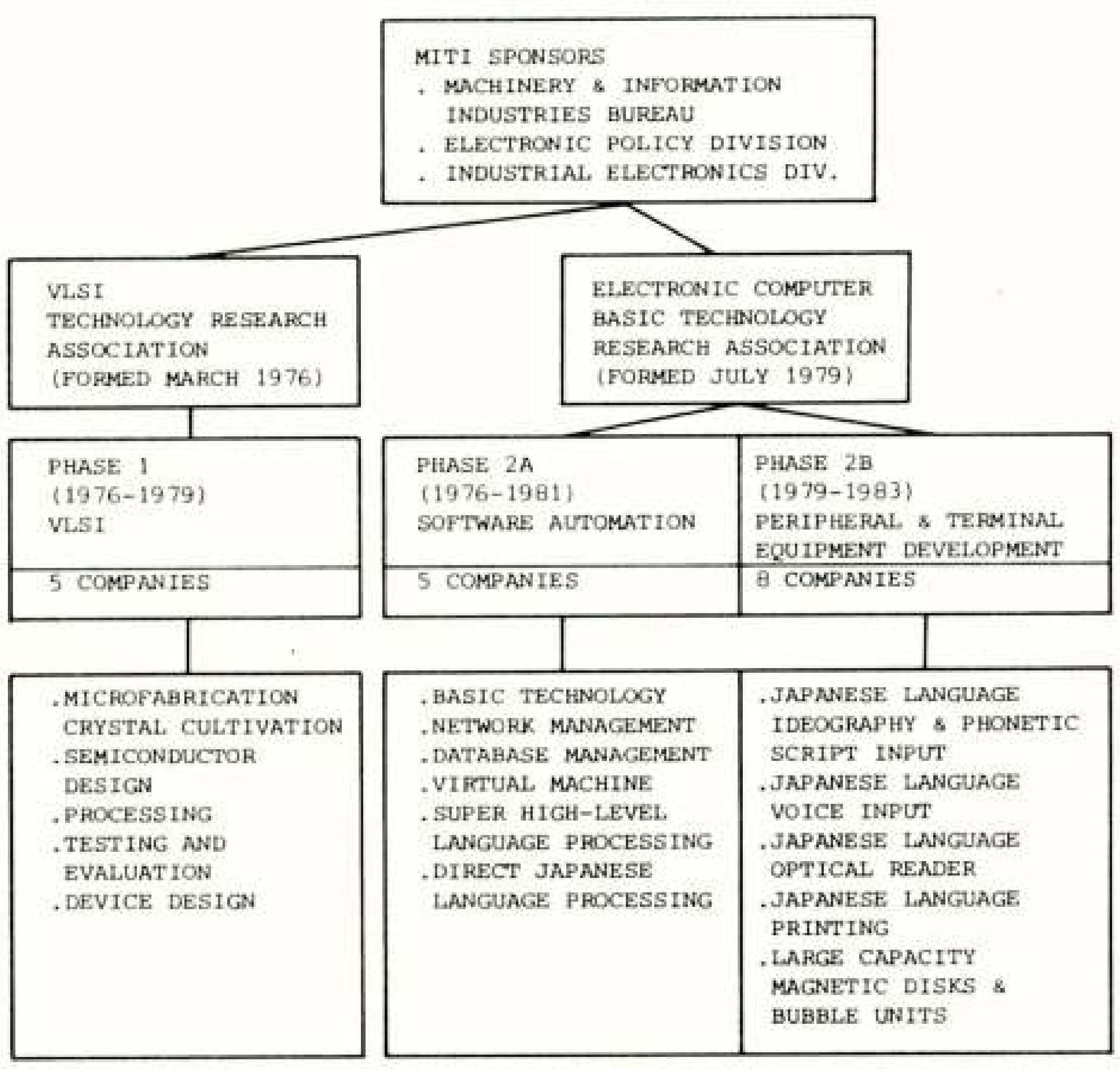


Fig.5. Het 4de generatie computer project (1976-1983).

De kracht van de Japanse aanpak schuilt in de automatisering van de productie. Vele IC productielijnen aldaar zijn in de laatste jaren voorzien van een photolithographie lijn, een MOS wafelfabricage lijn en een assemblage lijn, welke verbonden door een wafel transport systeem in sterke mate geautomatiseerd is. Het hele netwerk wordt gestuurd door een netwerk van computers, waarbij robots zorgdragen voor de off-line werkzaamheden. Deze aanpak beoogt niet een verbetering van de producten als wel een uniforme kwaliteit ervan tegen een lage kostprijs.

Veel van wat tot stand gebracht is, komt voort uit het 4de generatie computer project, waarbij uitputtend gebruik gemaakt moest worden van de VLSI productie technologie, software automatisering en moderne peripherie (fig.5). Het VLSI project resulteerde in meer dan 1000 patenten en verviervoudigde het aantal internationale publicaties. Een typerend voorbeeld is de Japanse inbreng in de van origine sterk Amerikaans georienteerde ISSCC conferentie, waarbij over de laatste 10 jaar een toename van 10 tot 41 te onderkennen valt. Het 4de generatie computer project is de grote motor geweest achter de greep op de geheugenmarkt, waarbij de 16k en de 64k RAM markt grotendeels op de amerikanen veroverd werd. Toch zijn voor de ruim 300 miljoen USD investering niet alleen positieve resultaten geboekt. Een aantal onderwerpen zijn niet tot een succesvolle afronding geraakt en om die reden onder het 5de generatie computer project opnieuw ingebracht.

In de jaren tachtig kent Japan een aantal innovatieve programma's en wel

> supercomputers (1981 - 1989)
> 5de generatie computers (1979 - 1991)
> nieuwe functie elementen (1981 - 1990)
> opto-electronica (1979 - 1986)
> volgende generatie industrieen) (1981 - 1990)
> informatie netwerken (1980 - 1988)

Deze vallen met uitzondering van de laatste onder het directoraat van het MITI. De VLSI component in het voor 100 miljoen USD gebudgetteerde supercomputer programma behelst voornamelijk de ontwikeling van nieuwe systeem architectuur en intelligente CAD systemen. De ontwikkeling van snelle logica en geheugen elementen in combinatie met 0,04 - 0,01 GIPS processoren dragen dan zorg voor een totale verwerkings snelheid van 1 GFLOP.

Het 5de generatie computer project beoogt het computer ondersteund vertalen, interactieve referentie bibliotheken en geautomatiseerde software productie (fig.6). Daartoe wordt de nieuwe generatie computer uitgerust met geheel op kunstmatige intelligentie gebaseerde verwerking. Er is ruim 450 miljoen USD uitgetrokken om dit te bereiken, waarbij de activiteiten gecentraliseerd worden door middel van het ICOT (Institute for New Generation Computer Technologies): een "center of excellence" bemand door 40 onderzoekers van bewezen kwaliteit.

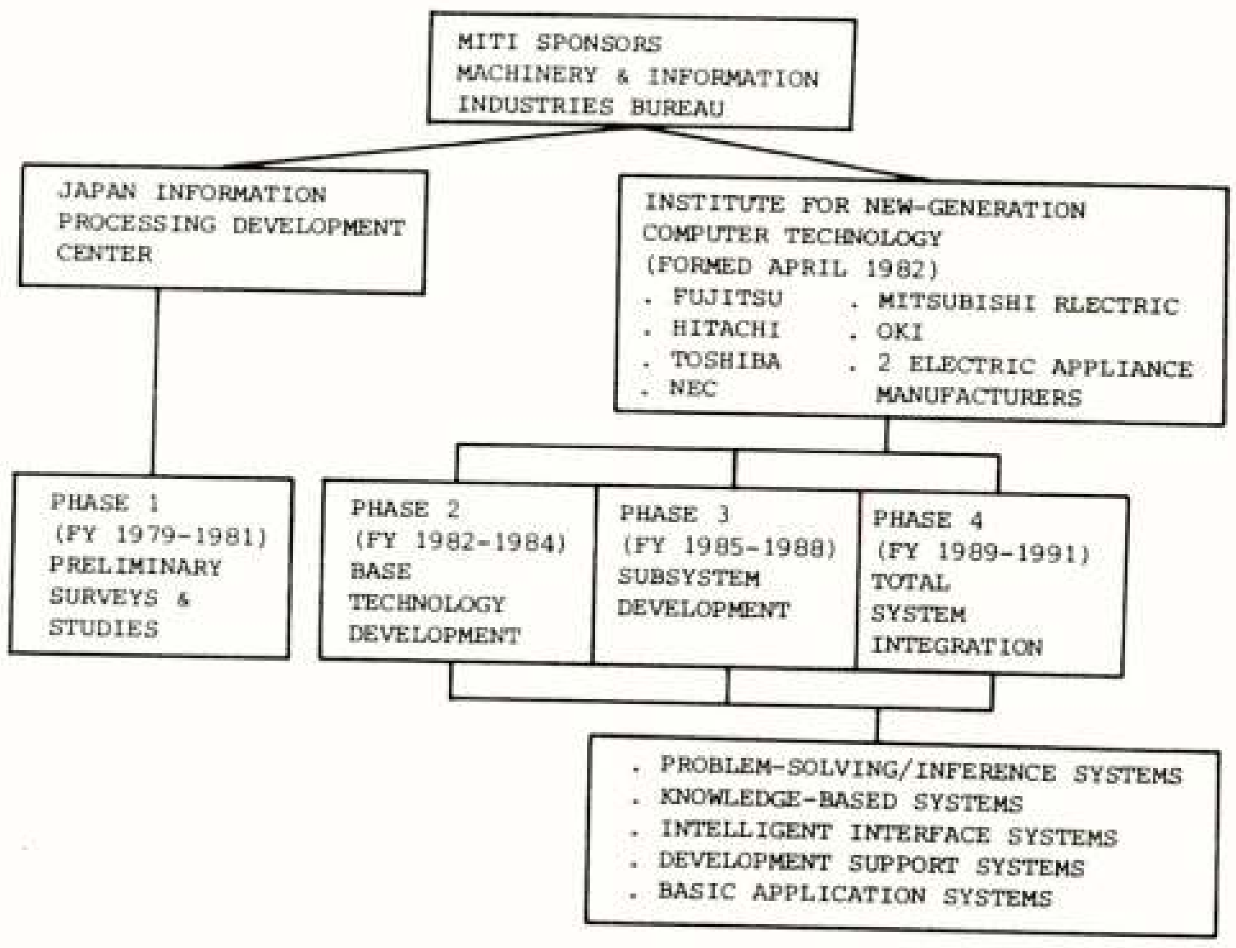


Fig.6. Het 5de generatie computer project (1979-1991).

Terugkijkend op de problemen die Japan ondervindt om de computer in te brengen in de eigen cultuur, is dit project duidelijk een sine-qua-non. Immers de taal zelve biedt geen andere mogelijkheid, buiten een drastische herorientatie op de westerse talen, dan te pogen de software generatie te automatiseren. De 5de generatie computer is voor Japan dan ook geen luxe, maar een bittere noodzaak.

THE EMPIRE STRIKES BACK.

De successen door Japan behaald op het gebied van de microelectronica zijn in Amerika hard aangekomen. Een eerste reactie was er dan ook een van gekrenkte trots: Japanners zijn spionnen en imitatoren, die met Amerikaanse verraders samenwerken! Allengs groeide het besef, dat er toch meer aan de hand moest zijn. Het is dan ook niet verwonderlijk, dat er programma's ontworpen zijn die de Verenigde Staten terug moeten brengen op "de plaats waar het hoort" nl. vooraan in de race. En met succes! Een kenmerkend voorbeeld is de RAM markt, die allengs op de Japanners terug gewonnen wordt.

Het voorbeeld van Japan om samen te werken in pre-competitief onderzoek heeft direct navolging gevonden. Uit de vele samenwerkings verbanden zijn de belangrijkste

> de Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) en
> de Semiconductor Research Corporation (SRC)

De MCC richt zich direct op industriele partners. Zij financieren gedurende 10 - 12 jaar een gezamenlijke inspanning voor 50 - 85 miljoen USD op jaarbasis. On de vele deelnemers bevinden zich o.a. Digital Equipment, Motorola en National Semiconductor. Projecten zijn gecreerd op de gebieden CAD/CAM (11 MUSD), Computer architectuur (18 MUSD), Software technologie (10 MUSD) en Verpakking/Interconnectie techniek; ieder bemand met ongeveer 50 mensen. Het MCC is na lang touwtrekken gehuisvest in Austin (Texas). Na de opkomst van de Semiconductor Valley (San Fransisco), de Semiconductor Circle (Boston) en de Semiconductor Triangle (North-Carolina) maken de Texaanse oliebaronnen zich nu sterk voor een Semiconductor zwaartepunt bij Austin.

TIER 1	$K
CORNELL	1090
BERKELEY	1000
CMU	937
MIT	747
ILLINOIS	542
STANFORD	487

TIER 2	$K
ARIZONA	249
ARIZONA STATE	101
BROWN	99
COLUMBIA	89
FLORIDA	72
GEORGIA TECH	100
IOWA	112
JOHN HOPKINS	96
MCNC	646
MINNESOTA	286
MISSISSIPI STATE	116
NORTH CAROLINA	220
NOTTE DAME	90
PENN STATE	193
PURDUE	92
RPI	500
ROCHESTER	105
SOUTH CAROLINA	92
SOUTHERN CAL	116
TEXAS A&M	116
UCLA	91
VERMONT	79
WISCONSIN	174
YALE	197

Fig.7. Verdeling van SRC gelden.

De SRC voorziet in de planning en uitvoering van contract onderzoek programma's bij universiteiten (fig.7). Deelnemende bedrijven betalen een financiele bijdrage naar rato van hun verkoopomzet. De zo verworven SRC inkomsten worden jaarlijks besteed aan een groot aantal losse research contracten en enkele speerpunt programma's. De individuele contracten ter waarde van gemiddeld 100.000 USD worden afgesloten op basis van de expertise van de onderzoeker en niet zozeer op de inhoudelijke waarde van een ingeleverd voorstel. Ze dienen onderzoek te stimuleren en niet zozeer onderzoek goed te keuren. De speerpunt programma's behelzen een pakket van contracten ter stimulering van onderzoek. Zo ontvangt Cornell University een jaarlijkse som van 1 miljoen USD ter oprichting en uitbating van een submicron onderzoekscentrum. Het SRC is dan ook te zien als een bevestiging van de wijze, waarop reeds veel onderzoek in de Verenigde Staten werd gefinancierd, en van de wijze, waarop aldaar universiteiten als voedingsbron van innovatie erkend worden.

Een typisch voorbeeld van de financieringsstructuur van een Amerikaanse universiteit biedt het Massachusetts Institute of Technology te Boston. De bijdrage van de overheid is gering; de hoofdmoot van de inkomsten (55%) is afkomstig van DARPA en NSF. De rest wordt aangevuld met contractonderzoek. In tegenstelling tot Stanford University spelen inkomsten uit patenten en nalatenschappen een te verwaarlozen rol. Dit stelt het instituut in staat om in leven te blijven; voor financiering van verdere uitbreiding is het MIT Industrial Group Program in het level geroepen (5). In 1982 kwam via deze weg 5 miljoen USD aan niet-geoormerkte gelden binnen, die als volgt verdeeld zijn:

> 1,4 miljoen USD voor onderzoek naar nieuwe computer architecturen.
> 1,0 miljoen USD voor computer ondersteund ontwerpen.
> 1,4 miljoen USD voor (met name externe) procesvoering.
> 0,6 miljoen USD voor materiaalkundig onderzoek.
> 0,4 miljoen USD voor theoretisch onderzoek.
> 0,3 miljoen USD voor submicron onderzoek.

Aan de westkust bij Stanford University is prof. Linvill actief als coordinator van het CIS, het Center of Integrated Systems. Uit directe sponsoring van het bedrijfsleven is 15 miljoen USD geworven voor een nieuw gebouw t.b.v. industrieel gericht onderzoek en onderwijs. Het CIS heeft zich verplicht om de volgende "producten" te leveren:

> doctoraal studenten (30 promovendi en 100 ingenieurs jaarlijks)
> onderzoek (programma's ter waarde van 8 - 12 miljoen USD)
> educatie (video, seminars, conferenties, curriculae).

Reeds nu is de Stanford lunch video serie en de via een teleconferentie systeem gegeven cursussen befaamd. De CIS sponsors hebben zich verplicht tot een jaarlijkse contributie van 0,25 miljoen USD plus een geoormerkte jaarlijke bijdrage van 0,1 miljoen USD. Als tegenprestatie mogen ze zitting nemen in de Sponsors Advisory Committee, terwijl ze tevens candidaten mogen leveren voor de opleiding. Opmerkenswaard is dat zich onder de sponsors ook Philips bevindt. De CIS opereert geheel zelfstandig, doch onderhoudt nauwe banden met diverse VLSI georienteerde researchgroepen binnen Stanford University (fig.8) . In Nederlandse termen is het dus te zien als een mengvorm van een transferpunt en een CME.

In het verleden is de microelectronica in de Verenigde Staten sterk gestimuleerd vanuit het DOD (Departement of Defense). Met name vanuit de ontwikkeling van wapentuig en de ruimtevaart zijn vele resultaten gekomen, die later in een of andere vorm als standaard product op de markt verschenen. Echter, sindsdien is de microelectronica markt sterk gegroeid. Voorspeld wordt een omzet op de Amerikaanse markt van 1,4 miljoen USD in 1986 bij een jaarlijkse groei van 33,1%. Veel van de te verwachten groei komt voort uit de mogelijkheid om via werkstations op klanten locatie te kunnen werken. Dit heeft als gevolg dat de militaire markt met zijn specifieke eisen steeds minder interessant is geworden, en in de loop der jaren zeventig kreeg de militaire industrie steeds meer problemen om aan de benodigde microelectronica te komen. Daarom is in 1980 door DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) een ambitieus programma gestart ter stimulering van het onderzoek en de fabricage van Very High Speed Integrated Circuits (VHSIC). Voor de financiering is een maximum van 500 miljoen USD gevoteerd over een periode van 6 jaar (6).

CSD - COMPUTER SCIENCE DEPT.	
1. THE THEORY GROUP	ULLMAN
2. THE DATABASE GROUP	WIEDERHOLD
3. THE HEURISTIC PROGRAMMING GROUP	BROWN FEIGENBAUM
CSL - COMPUTER SYSTEMS LAB.	
1. THE TESTING GROUP	McCLUSKEY
2. THE SYSTEM SOFTWARE GROUP	BASKETT, HENNESSEY
3. THE SYSTEM ARCHITECTURE GROUP	VAN CLEEMPUT
ISL - INFORMATION SYSTEMS LAB.	
1. ALGORITHMS FOR INFORMATION PROCESSING VIA HARDWARE	MORT, KAILATH
2. IC DESIGN (CRYPTOGRAPHY, DISTRIBUTED NETWORKS, IMAGE PROCESSING)	
THEORETICAL:	EL GAMAL
PRACTICAL:	NEWKIRK, MATHEWS
ICL - IC LAB.	
1. RESEARCH IN THE AREA OF SYSTEMS	MEINDL
2. DEVICE TECHNOLOGY	PLUMMER
3. CAD	DUTTON

1. METHODOLOGIES	SPRINT (PCB)	VAN CLEEMPUT
	HEURISTICS	BROWN, FEIGENBAUM
	SCAL D (ECL WIREWRAP)	McWILLIAMS, BASKETT
	VLSI EDUCATION	MATTHEWS, NEWKIRK
	TESTING	McCLUSKEY
2. SYNTHESIS	CHIP FABRICATION	PLUMMER, MEINDL
	MICROCODED PLA'S	HENNESSEY, CLARK
	REGULAR EXPRESSIONS	ULLMAN
	PLA'S FROM DDL	VAN CLEEMPUT
3. LAYOUT	STATISTICAL	EL GAMAL, MATHEWS, NEWKIRK
	HIERARCHICAL PLACEMENT AND ROUTING	VAN CLEEMPUT
	OPTIMAL ROUTING	ULLMAN
4. ANALYSIS	PROCESS AND DEVICE SIMULATION	DUTTON
	FUNCTIONAL SIMULATION AND VERIFICATION	VAN CLEEMPUT
5. DATABASE	DESIGN AND EVALUATION	WIEDERHOLD

Fig.8. VLSI groepen bij Stanford University.

NIEUWE STARTERS.

In Australie heeft zich nooit een microelectronica inspanning van enige omvang voorgedaan. Toen aan het eind van de zeventiger jaren besloten werd om zich meer met chips te gaan bezighouden, was er dan ook niets om op terug te vallen. Daarom werd de oud-Australier dr.Craig Mudge van de Amerikaanse firma Digital Equipment Corporation weggekocht om onder de paraplu van CSIRO (de Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) een nieuwe start te maken. Hij ging uit van het feit, dat ontwerpen en produceren twee separate activiteiten zijn. Waar in Amerika de kapitaal-intensieve productie faciliteiten voor handen zijn, legde hij zich vooral toe op het scheppen van een ontwerpklimaat het hersen intensieve deel. In sneltrein vaart (12 maanden) werden ontwerpers opgeleid en in mei 1982 werd de eerste set van ontwerpen aangeboden. In 1984 mag Australie zich rekenen tot een der meest vooraanstaande landen op het gebied van VLSI ontwerp (7). Meer dan 4 keer per jaar wordt een verzameling van IC ontwerpen ter fabricage aangeboden; zo worden de prototype kosten teruggebracht van 540 kAusD tot 2 kAusD. De resultaten worden niet slechts in universitaire milieus gebruikt, doch dienen in toenemende mate voor innoverende producten van het locale klein- en middelgroot bedrijfsleven.

In Canada bestond al enige activiteit op microelectronica gebied, maar het was duidelijk dat zonder extra inspanning een toenemende achterstand op VLSI gebied zou ontstaan. Daarom is in 1983 het VLSIIC (VLSI Implementation Center) opgericht. Haar eerste activiteit was het samenbrengen van de Canadese universiteiten aan een Wide Area Network, zodat via datalijnen men ontwerpen en ontwerpprogrammatuur kan uitwisselen. Zo worden op vaste tijdstippen ontwerpen verzameld en bij Northern Telecom gefabriceerd. Momenteel worden fondsen geworven om de deelnemende universiteiten uit te rusten met teststations voor de gefabriceerde geintegreerde schakelingen (8).

DOORNROOSJE EN DE PRINS.

In Europa bestaan veel plannen, doch in meerderheid nationaal getint. In Engeland wordt microelectronica gezien als van nationaal belang. Al vroeg kwamen er ondersteunende programma's van de grond, zoals MISP (Microelectronics Industry Support Program), MAP (Microelectronics Applications Program), MEP (Microelectronics Education Program) en de Microcomputers at School Program. Verder werd de universitaire wereld onder de leiding van Science Engineering Research Council (SERC) gestroomlijnd. Zo zijn bij de halfgeleider laboratoria aan de universiteiten van Southampton en Edinburgh de productie faciliteiten uitgebreid; andere universiteiten dienen hun ontwerpen aldaar aan te bieden. Een soortgelijke centralisering heeft ook plaats gevonden met betrekking tot het gebruik van computer faciliteiten. De grotere computers staan opgesteld bij het Rutherford Appleton Laboratorium te Oxton, waar ook het onderhoud op aangeschafte ontwerp software plaats vindt. Gebruik en distributie vindt plaats via een grootschalige verbinding (Wide Area Network). De meest recente inspanning is het Alvey project (9): een MITI achtig programma gericht op software, VLSI, mens-machine communicatie en kenniskunde (knowledge engineering). De nadruk valt op een sterk breed georienteerde componenten sector voor de ontwikkeling van de Engelse instrumenten industrie. Prioriteit wordt gegeven aan materialen, technologien en producten voor microelectronica en VLSI, in die verhouding dat een juiste afstemming gevonden kan worden tussen standaard, semi-standaard en klanten specifieke IC's, tussen buitenlandse en binnenlandse productie faciliteiten en de sectorale mogelijkheden de Engelse instrumenten industrie dusdanig te voorzien van componenten, dat zij in staat is te exporteren met industriele standaard IC's.

Industrieel onderzoek in de bondsrepubliek Duitsland wordt in hoofdzaak door de industrie zelf bepaald. Overheidsinvloed beperkt zich tot wetgeving, regulatie en standaards en daar waar veel geld nodig is de verstrekking van onderzoeks- en ontwikkelingsgelden: grootschalige projecten met een lange aanlooptijd. Daar waar toepassingen van technologische ontwikkelingen wenselijk worden geacht, maar de technische risico's te groot zijn of de gebruiker niet bereid is de hoge ontwikkelingskosten te betalen: de hoge risico phases in microelectronica toepassingen. De belangrijkste velden zijn microelectronica (voor toepassingen 116 miljoen DM en voor technologie 120 miljoen DM), technische communicatie (90 miljoen DM), productie engineering (47 miljoen DM) en informatieverwerking (55 miljoen DM). Een VLSI groep van deskundigen is opgericht om al het VLSI werk in de FDR te coordineren.

Een integrerende taak is in Europa weggelegd voor de EEG. Hierbij denkt men direct aan het ESPRIT project, wat voor 3.8 MDfl Europa terug moet stoten in de vaart der volkeren; echter onafhankelijk van ESPRIT zijn al diverse activiteiten ontwikkeld. Een eerste voorbeeld is de CAVE: een halfjaarlijks discussie platform voor het computer gesteund ontwerpen en verifieren van VLSI schakelingen. Dit is een sprekend voorbeeld van de taak, die de Europese Gemeenschap zich primair stelt: het samenbrengen van partijen uit verschillende landen tot het bereiken van een gemeenschappelijke inspanning (10). Een meer product-matige aanpak is het CVT project. Hierin werken partners uit Italie (CNET), West-Duitsland en Frankrijk samen om tot een VLSI ontwerpsysteem te geraken (fig. 9). Dit is slechts 1 van een zestal projecten.

HET LEVEN DES GERUSTEN LANDMANS.

Het kan niet ontkend worden, dat er ook in Nederland de nodige initiatieven genomen zijn. Maar wat zijn de resultaten? Onthullend is de geschiedenis van een drietal programma's te weten Rathenau, NELSIS en NITHOSS. Het rapport van de commissie Rathenau is qua inhoud goed vergelijkbaar met buitenlandse programma's. Echter politiek geharrewar leidde ertoe, dat de skoop allengs werd ingeengt, terwijl ook afstand werd gedaan van de centralisatie van de toch al zo schaarse deskundigheid. Er resulteerde een drietal microelectronica centra (CME), die sterk gericht zijn op korte termijn successen en grotendeels in concurrentie werken ten opzichte van de reeds aanwezige Nederlandse bedrijvigheid. Over het succes van de CME's met name

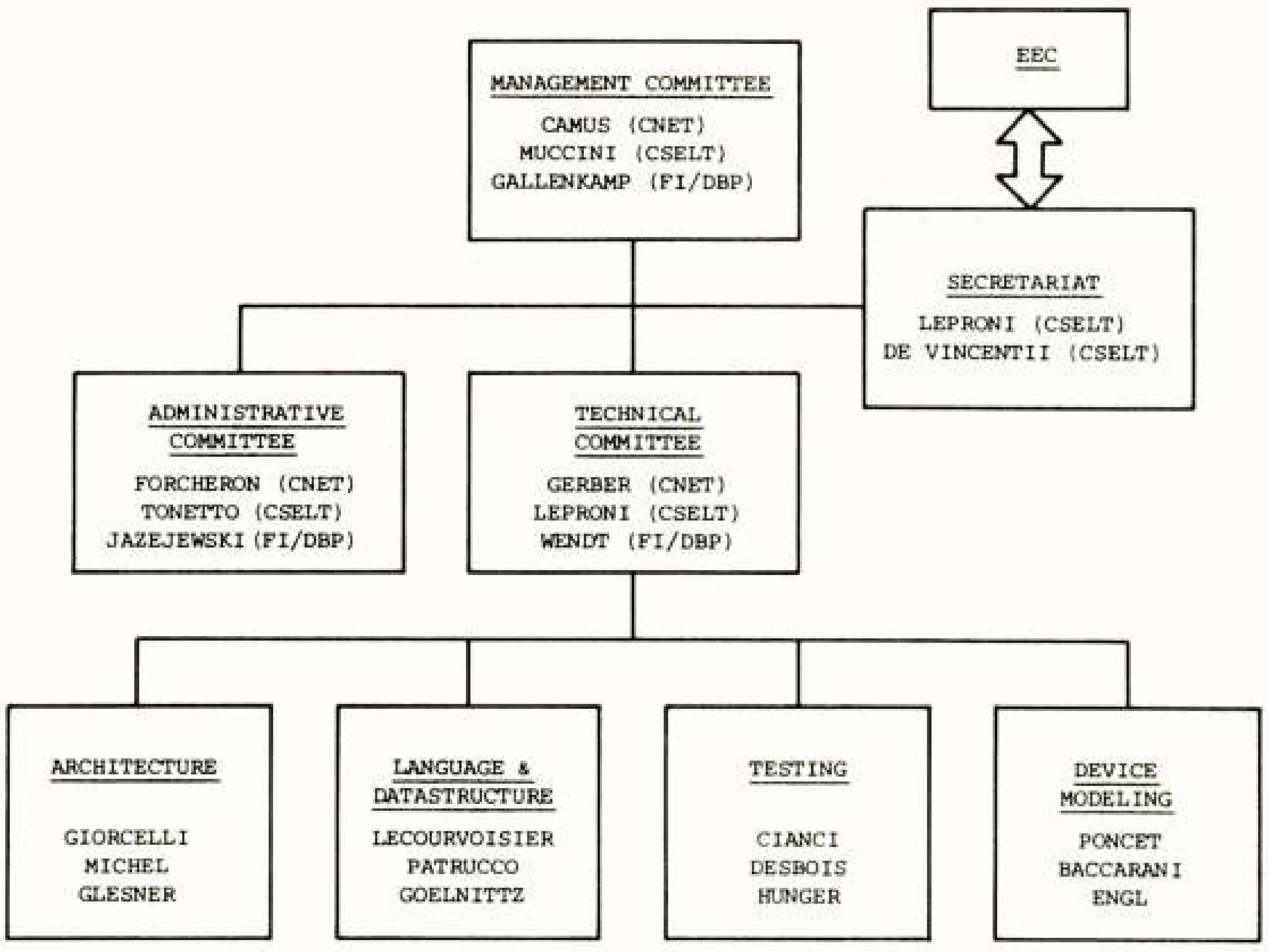


Fig.9. Organisatie van het EEG/CVI project.

wat betreft het chips ontwerp voor kleine en middelgrote bedrijven wordt verschillend gedacht.

Het NELSIS project is gestart vanuit een samenwerking van de 3 TH's in de vorm van een landelijke werkgroep CACSD. Van hieruit is een voorstel tot infrastructuur verbetering gedaan aan het ministerie. Dit werd slechts aarzelend opgepakt. Uiteindelijk werd zelfs bijna negatief beschikt. Echter een aanverwant voorstel genaamd ICD was inmiddels aan de EEG aangeboden en onverwijld goedgekeurd. En zo kon het gebeuren dat na jaren uitstel met afstel in zicht NELSIS toch goedgekeurd werd met een totale begroting van 20,5 MDfl. Op zich is dit een verblijdende zaak. Er dient echter opgemerkt te worden, dat inmiddels men in het buitenland niet stil gezeten heeft, zodat NELSIS niet meer exclusief is.

NITHOSS is een soortgelijk voorstel, gericht op verbetering van de infrastructuur voor het meer proces-technologisch gerichte werk. De kosten worden geraamd op 62 miljoen gulden gespreid over 4 jaar. NITHOSS is in tegenstelling tot NELSIS strikt nationaal gericht en komt derhalve niet voor EEG ondersteuning in aanmerking. Als triest gevolg hiervan lag het tot voor kort ergens op het ministerie in een bureaulade. Daaruit volgde een legitimiteit voor de drie TH's om ieder voor zich grote investeringen in de materiele sfeer te gunnen zonder onderlinge afstemming. Een vroegtijdige en duidelijke uitspraak van het Ministerie had hier een goede invloed kunnen hebben.

WAT VERDER..........

Het is duidelijk, dat de situatie in Nederland een vergelijking met het buitenland niet kan doorstaan. Op EEG niveau vinden de grote bedrijven zoals Philips elkaar gemakkelijk. Op nationaal niveau zijn ondanks de CME's de bedrijven en de universiteiten niet dichter bij elkaar gekomen. Een TH wordt in sterke mate niet als een partner in de innovatie gezien, maar als een middel om gratis of met veel subsidie nieuwe zaken naar binnen te loodsen. Nog steeds is het bedrijfsleven niet uit zijn ivoren toren gekomen. Korte termijn successen zijn weliswaar aanwijsbaar, maar meer lange termijn gerichte projecten, zoals het Brits Alvey, hebben de discussie vloer bij lange na nog niet verlaten.

Toch is er hoop voor de toekomst. Ondanks de soms fnuikende werkomstandigheden wordt er aan de Nederlandse onderwijsinstellingen onderzoek gedaan en worden er resultaten behaald met een duidelijk perspectief. Helaas is de internationale appreciatie daarvan veruit groter dan de nationale. Ook in de onderwijssfeer worden stappen in de goede richting gezet. Zo is onlangs de HTS-Enschede gestart met een cursus IC-ontwerp en te verwachten valt, dat dit snel navolging zal vinden. Op deze wijze kan het klein- en middelgroot bedrijfsleven in Nederland voorzien worden van een meer micro-electronica georienteerd kader.

CONCLUSIES.

Hoe ziet Nederland er nu uit 5 jaar na het verschijnen van het Rathenau rapport. Een eerste indruk is nogal negatief. Er bestaan in dit lage land geen grote, de verbeelding aansprekende programma's. Echter zulke programma's dienen voornamelijk de grote industrieen en de Nederlandse multinationals weten veelal hun weg toch al te vinden. De problemen zitten veeleer in het creeeren van een geschikte infrastructuur voor research en onderwijs. NELSIS geeft een treffend voorbeeld hoe dit kan. Resteerd de situatie van het klein- en middengroot bedrijf. Er zijn diverse iniatieven genomen om het klimaat voor de jonge ondernemer te verbeteren. Een versmelting van het innovatieve werk aan universiteiten en de behoeften van de jonge ondernemer lijkt goede perspectieven te hebben. In dit kader valt te noemen het iniatief van de Twentse Ideeenbank om 15 zgn. ondernemersplaatsen te creeeren aan de TH-Twente. Een verdere verruiming van zulke mogelijkheden in het kader van de 2-fase structuur zou wellicht zinvol zijn. Men kan hierbij denken aan de gebruikelijke promotieplaatsen, waarbij niet slechts gelet wordt op de promoveerbaarheid van de candidaat doch als alternatief op de marketing mogelijkheid van het uit het onderzoek voortvloeiende product.

Gelet op de initiatieven in het buitenland, die tot opmerkelijke successen hebben bijgedragen, is een aantal maatregelen te formuleren, die nodig zijn om Nederland minimaal te vrijwaren voor silicium anafalbetisme:

> er moet een Wide Area Network tot stand gebracht worden om Nederlandse universiteiten en bedrijven met elkaar in contact te brengen. De kosten hiervan zijn te hoog om door de individuele onderzoeksgroepen te kunnen worden gedragen onder het huidige financiele regime. Hier is duidelijk een taak voor de overheid neergelegd.

> er dient een multi-project chip realisatie faciliteit gecreeerd te worden voor snelle en goedkope IC prototype ontwikkeling. Deze faciliteit zal in eerste instantie gesubsidieerd zijn, doch in een later stadium commercieel exploiteerbaar blijken.

> op strategische punten (zoals universiteiten) moeten IC testers geplaatst worden ten einde de gefabriceerde chips te kunnen evalueren. Dit

verbetert de terugkoppeling tussen ontwerp en realisatie, waaruit een nu nog ontbrekende positieve relatie tussen ontwerpers en proces-technologen kan voortvloeien.

> er dient a fonds perdu gelden beschikbaar gesteld te worden voor de reis- en verblijfskosten verbonden aan de zo noodzakelijke persoonlijke ontmoetingen tussen wetenschappers. Het is daarbij van belang te onderkennen, dat reizen naar de Verenigde Staten en Japan geen luxe zijn doch een wezenlijke noodzaak.

Deze maatregelen kunnen eenvoudig in het vigerende NELSIS project ingebracht worden. Lange termijn VLSI projecten vinden dan een geschikte voedingsbodem.

VOETNOTEN.

1. Een goed overzicht van de Europese situatie geeft de Semicustom I.C. Conferentie, welke jaarlijks in de eerste week van november in Londen gehouden wordt. Het conferentie verslag wordt uitgegeven door Prodex Ltd., 79 High Street, Tunbridge Wells, Kent TN1 1XZ (prijs 35 BP). Minstens even informatief is de parallel aan de conferentie lopende tentoonstelling.
2. In feite is deze ontwikkeling aan het Caltech Institute of Technology te Pasadena (californie) al eerder gestart. In 1978 is Carven Mead van CalTech samen met Lynn Conway van Xerox begonnen de ontwikkelde methodiek te verspreiden via een aantal cursussen aan Amerikaanse universiteiten, gesteund door een informele silicium prototype faciliteit. Met name het daaruit voortvloeiende boek "Introduction to VLSI systems", dat in 1980 door Addison-Wesley uitgegeven werd, is ondanks alle kritiek de grote motor achter het huidige VLSI gebeuren geweest.
3. De transputer is een 32-bits microcomputer met op dezelfde chip geheugen en diverse datapoorten. De architectuur is geoptimaliseerd voor parallel werkende computersystemen, geprogrammeerd in OCCAM. Voor meer informatie schrijve men naar: INMOS Ltd., Whitefriars, Lewins Mead, Bristol BS1 2NP.
4. zie Lynn Conway, "Strategic Computing: A strategic plan for the development of machine intelligence technology", voordracht op de MIT'84 VLSI conference, welke in januari 1984 bij het Massachusetts Institute of Technology, Boston (MA, USA) gehouden werd. Wie op de hoogte wil blijven van de nieuwste ontwikkelingen op dit gebied abonnere zich op "Future Generations Computer Systems", een uitgave van Elsevier Science, Postbus 1991, 1000 BZ Amsterdam.
5. Het MIT Industrial Group Program onder leiding van John Penfield stelt bedrijven in staat te participeren in het wel en wee van het Massachusetts Institute of Technology te Boston. In ruil voor de vrijblijvende financiele bijdrage krijgen de bedrijven inspraak in het curriculum en het recht om een medewerker aan het MIT te plaatsen. Verder krijgen de bedrijven een voorkeursbehandeling bij de verspreiding van curriculae vitae van studenten en van interne rapporten. Dit systeem werkt al jaren naar wederzijdse voldoening en heeft dan ook model gestaan voor soortgelijke programma's aan een 20-tal andere universiteiten.
6. In een fascinerende afvalrace hebben grote bedrijven elkaar beconcurreerd om reeds geplande ontwikkelingen nu door DARPA gefinancierd te krijgen.In de loop der tijd is overigens de aandacht verschoven van de ontwikkeling en demonstratie van een state-of-the-art submicron procestechnologie naar testbaarheids en betrouwbaarheidstechnieken.
7. Per 1 december 1984 loopt het experimentele VLSI programma van CSIRO af. Per zelfde datum zal een nieuwe, permanente VLSI afdeling worden opgericht. Dit en veel meer is te lezen in Industrial Research News, een uitgave van CSIRO, Postbus 225, Dickson, ACT 2602.
8. Een der erste activiteiten van dr.Gale, hoofd en lange tijd enig werknemer van VLSIIC, was de creatie van het nieuwsblad "VLSI in Canada". Het geeft een duidelijke opsomming van de activiteiten in het Canadese circuit, zoals de samenstelling van de aan universiteiten te verspreiden HP IC-tester.
9. Ook in Engeland is snel ingezien, dat een gezamenlijke inspanning een nieuwsblad vergt. De inhoud is echter duidelijk gevuld met informatie van het Directoraat voor gebruikers.
10. Een uitgebreide verslaggeving van de CAVE workshop van mei jl. verschijnt in "INTEGRATION, the VLSI journal", een uitgave van Elsevier Science, Postbus 1991, 1000 BZ Amsterdam.

Voordracht gehouden tijdens de 317e werkvergadering.

IEEE BENELUX SECTION
NEDERLANDS ELECTRONICA EN RADIO GENOOTSCHAP
(321e werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIE TECHNIEK KIvI



UITNODIGING

voor de lezingendag op dinsdag 13 maart 1984 in collegezaal WB van het Natuurkundig Laboratorium van de Nederlandse Philips Bedrijven te Eindhoven.
Thema: METHODEN EN TECHNIEKEN VOOR SYSTEEM-ONTWERPEN

PROGRAMMA

9.45 uur:	Ontvangst en koffie.
10.15 uur:	Dr.Ir. C.J. Koomen (Philips International) Foto 1 NAAR EEN WETENSCHAPPELIJKE DISCIPLINE VOOR SYSTEEM-ONTWERPEN
11.00 uur:	Dr.Ir. H.B.M. Jonkers (Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven) TALEN VOOR SYSTEEMONTWERP
11.45 uur:	Uitreiking Vederprijs
12.30 uur:	Lunch
13.30 uur:	Ir. J.R. van Rees (Van Rees Adviesbureau voor Informatiekunde, Delft) DE ROLLEN VAN ONTWERPMETHODEN
14.15 uur:	Dr. D. Hammer (AT&T and Philips Telecommunications, Hilversum) Foto 2 APPLICATION OF AN OBJECT-ORIENTED DESIGN METHODOLOGY IN A TELECOMMUNICATION ENVIRONMENT
15.00 uur:	Theepauze
15.30 uur:	Dr.Ir. I.G. Niemegeers (TH-Twente/E, vakgroep Communicatietechniek) ANALYSE VAN PRIORITEITS SERVICES VOOR REAL-TIME TOEPASSINGEN IN LAN'S
16.15 uur:	Sluiting



Het ontwerpen van geavanceerde informatie- en communicatiesystemen speelt een steeds belangrijker rol in de huidige industriële maatschappij in zijn ontwikkeling naar informatiemaatschappij. De hier genoemde voordrachten zijn bedoeld om het gebied van systeemontwerpen beter in kaart te brengen en inzicht in de ontwikkeling van de technologie in deze richting te formuleren. Dit vereist een klassificatie van beschikbare en noodzakelijke technieken om tot een beter inzicht met betrekking tot gewenste specialismen in de toekomst te komen.

Aanmelding voor de lezing en de lunch dient te geschieden voor 6 maart 1984 door inzenden van bijgevoegde deelnamestrook.

Voor leden van IEEE, NERG, KIvI en studenten is de entree gratis. Introducé's dienen bij registratie een entreeprijs van *f* 15,00 te voldoen.

De lunch wordt aangeboden door de direktie van het Philips Natuurkundig Laboratorium.

Het Natuurkundig Laboratorium is bereikbaar per auto via de autosnelweg E10, afslag Waalre. Na de afslag linksaf onder het viaduct door richting Eindhoven. Bij het kruispunt Floralaan (bij het St. Josephziekenhuis) gaat u linksaf. U passeert dan het waterleidingbedrijf (herkenbaar aan de metalen bollen). Bij het kruispunt Prof. Holstlaan (na ca. 1 km.) slaat u linksaf. Na ca. 800 meter ziet u de hoofdingang aan uw rechterhand. Komend vanaf het station Eindhoven neemt u bus 177 (deze vertrekt elk uur op het halve uur).

Namens de samenwerkende verenigingen
Dr. Ir. T.A.C.M. CLAASEN
tel. 040-742131

Eindhoven, februari 1984

UIT ZORG VOOR DE KWALITEIT VAN VLSI ONTWERP.

L.Spaanenburg
Technische Hogeschool Twente
Vakgroep Besturingssystemen en Computers, Enschede.

Out of concern for the quality of VLSI design a different view on the art of VLSI design has evolved. It is based on a portable datastructure combined with quality factors to improve the designer's architectural decisions. Speding up the design process even more, a high-level silicon primitive for control realisations and a localised function cell are introduced. Case studies is use are a memory management unit and an 8-bit self-timed, self-testing microprocessor.

INLEIDING.

Met de komst van fabricage technieken om zeer grote schakelingen op een silicium drager te integreren, is duidelijk geworden, dat een dergelijke schaalvergroting niet met de gebruikelijke ontwerptechnieken te beheersen is. Ontwerptijd neemt immers exponentieel toe met complexiteit (even snel neemt overigens de zekerheid over een juist ontwerp af). De lijdensweg van de Z8000 microprocessor is hiervan een schrijnend voorbeeld: als eerste van de 16-bits generatie geannonceerd, slaagde men steeds maar weer niet om werkende exemplaren ervan te ontwerpen (Shima, 1979). Computer gesteund ontwerpen levert een onmiskenbare bijdrage om snelheid en zekerheid te verbeteren, doch dit alleen is niet voldoende.

Struktuur temt complexiteit. Deze wijze les leert ons de programmerings technologie, zoals bij VLSI ontwerp zoveel uit de software hoek te leren valt. Overigens is ook in hardware structurering reeds jaren een aanvaarde eis, doch de toepassing daarvan bij IC ontwerp laat veel te wensen over. Waar de systeem architectuur een duidelijke struktuur bevat, dient deze bewaard te blijven en op het silicium zichtbaar te worden. Een complex probleem kan opgelost worden door het in stukken te verdelen, die onderling zo weinig mogelijk samenhang vertonen (Simon, 1956). Wanneer dan deze subproblemen zijn opgelost, ontstaat het geheel door assemblage. Voor zeer complexe systemen is vereist, dat dit deelproces diverse malen wordt toegepast teneinde tot hanteerbare problemen te geraken. Er ontstaat zo een hierarchie van deelproblemen. De theorie lijkt eenvoudig, doch de praktische toepassing in digitaal IC ontwerp is niet volstrekt duidelijk door de speciale randvoorwaarden, die het silicium als implementatie medium stelt.

In het volgende zal eerst aandacht gegeven worden aan de invloed van partitionering tijdens het ontwikkelen van een architectuur op de resulterende layout. Vervolgens wordt een blik op het wezen van een ontwerp geworpen, wat aanleiding geeft tot een hierarchische datastructuur en de daarmee gekoppelde experimentele VLSI ontwerpomgeving FULLES. Tenslotte richt zich de aandacht op localiteit van functies en op een cel concept, dat controle structuren snel en efficient op silicium laat afbeelden.

STEEDS WEER DELEN.

Een klassiek voorbeeld van de invloed van de wijze van deling is weergegeven in fig.1. Deze eenvoudige verwerkingseenheid bestaat uit een arithmetisch logische eenheid aangevuld met 2 ingangs- en 1 uitgangsregister teneinde de communicatie met andere systeemdelen te synchroniseren. Vanuit een ervaringswereld, waarin veel met standaard TTL IC's op een printed circuit board is gewerkt, ligt een verdere opsplitsing in functionele eenheden voor de hand, de zgn. functionele of horizontale partitionering. Echter in dit implementatie medium was de locatie van de verbindingen van ondergeschikt belang. In silicium is een verbinding in zijn ruimte- en snelheidsbeslag van evenveel belang als een transistor. Bovendien is een eenvoudige bedrading gebaseerd op rechte verbindingen simpeler te genereren cq. beschrijven dan een spaghetti bedrading gebaseerd

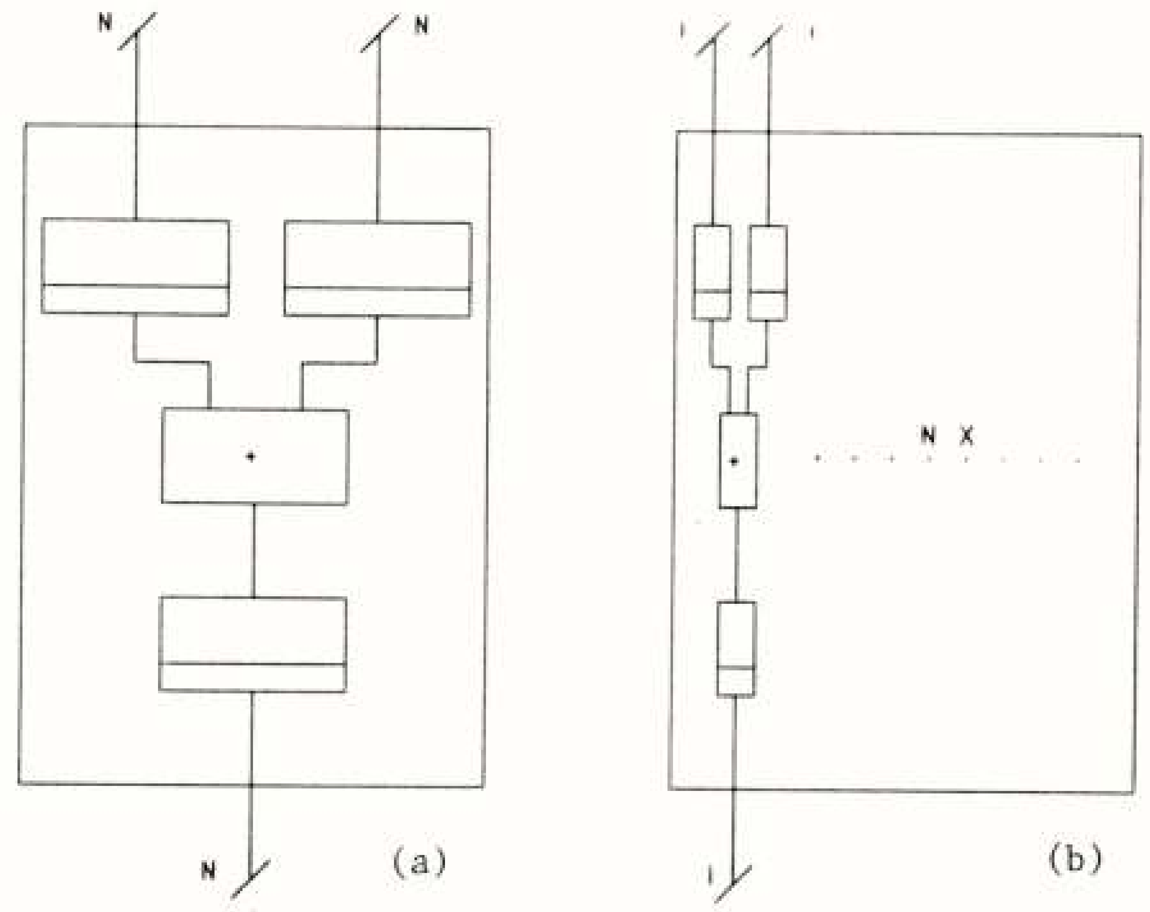


Fig. 1:

Twee manieren om een verwerkinseenheid te partitioneren.
(a) functioneel gevolgd door distributief.
(b) distributief gevold door functioneel.

op verweven, bochtige bedrading. Eenvoud leidt tot minder fouten! Om deze reden is een opsplitsing, welke dwars door de functies snijdt veruit te prefereren, de zgn. distributieve of verticale partitionering.

Zijn de getoonde twee implementaties wezenlijk verschillend? Het antwoord op deze rhetorische vraag is misschien! In de eerste aanpak wordt de schakeling eerst functioneel gescheiden gevolgd door een bitsgewijze partitionering. In de tweede aanpak is de volgorde van handelingen omgekeerd: eerst wordt bit-gewijs gepartitioneerd gevolgd door een functionele scheiding. Op beide manieren is vanuit dezelfde specificatie de optimale layout te bereiken. Echter met de tweede aanpak ligt de optimale layout voor de hand! Kennelijk zijn de initiele keuzes van de ontwerper bepalend voor de eenvoud, waarmee hij tot een resultaat komt. En eenvoud betekent hier ontwerpsnelheid en opbrengst.

Deze kleine exercitie geeft aanleiding om te verwachten, dat er een richtlijn gegeven kan worden, die de ontwerper in staat stelt met meer kans op slagen de juiste weg te bewandelen. Een eerste aanzet hiertoe wordt gegeven door Rent's regel. Deze regel houdt in, dat voor een systeem bestaande uit een aantal C logische elementen met een gemiddeld aantal aansluitingen t het verwachte aantal externe aansluitingen T gegeven wordt door

$$T = t * C^{**}p$$

waarbij p een constante is, die bepaald wordt door de aard van de onderlinge verbindingen. Een typische applicatie is de berekening van de connector grootte van een printed circuit board met een capaciteit C aan packages. Voor onze verwerkingseenheid is het verloop van de waarde van p tijdens successieve partitioneringsstappen weergegeven in fig.2. Op grond

van de som van absolute afwijkingen ten opzichte van de ideale waarde p=.55 valt de derde volgorde van partitioneringen (overeenkomstig fig.1b) veruit te prefereren.

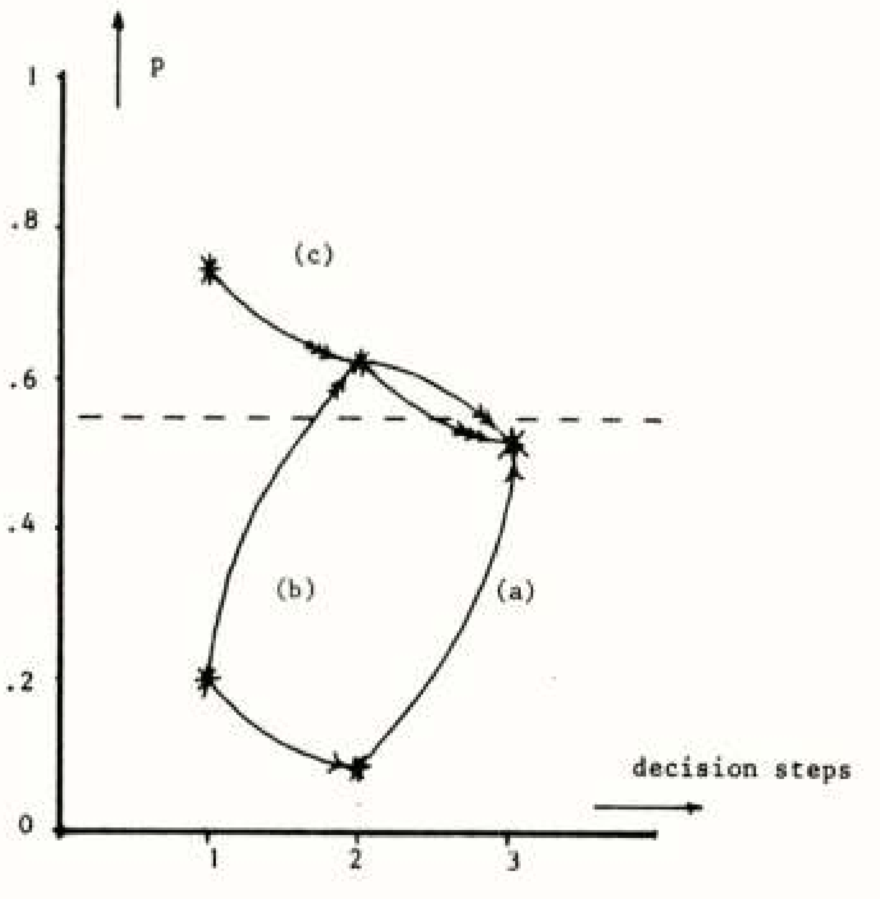


Fig. 2:

Variatie van Rent's constante p als gevolg van successieve partitionerings beslissingen.
(a) volgorde is functioneel, functioneel, distributief.
(b) volgorde is functioneel, distributief, functioneel.
(c) volgorde is distributief, functioneel, functioneel.

DRAAGBAARHEID.

Silicium is een multi-dimensionaal implementatie medium. Een ontwerpelement heeft een vorm, vertoont een gedrag en kan gebouwd worden. In ieder van deze dimensies is een aparte beschrijving nodig. Fig.3 geeft de verschillende blikken op het element weerstand en haar beschrijvingen. Maar niet voor ieder onderdeel, dat tijdens een ontwerpproces beschouwd wordt, is het bestaan van deze drie gezichten even duidelijk.

$$R = \frac{V}{I} \quad (a)$$

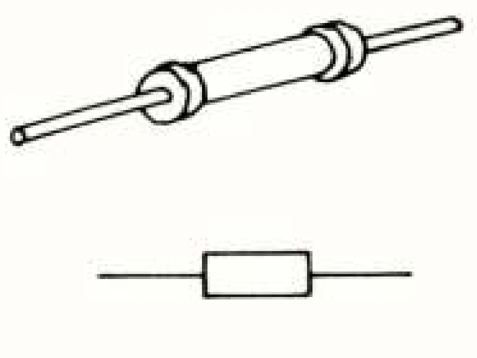


Fig. 3: Drie manieren om een weerstand te bezien: (a) gedrag, (b) opbouw en (c) vorm.

Op hoog niveau van abstractie, waar het systeem door middel van een algorithme is beschreven, is duidelijk nog weinig sprake van structuur of een concreet bouwrecept. Alleen het gedrag is omschreven. Wanneer systeemdelen worden onderscheiden, wordt niet alleen meer detail van het gedrag zichtbaar, doch treedt in de vorm van verbindingen tussen de delen en hun onderlinge positionering reeds enige structuur naar voren. Nog steeds is een concreet bouwrecept niet aanwezig. Dit wordt pas zichtbaar op een vrij laag niveau van detail, als het ontwerp physisch interpreteerbaar wordt.

De hoeveelheid en soort gegevens in relatie tot het abstractie niveau is afgebeeld in fig.4. De voorgaande alinea zou kunnen doen vermoeden, dat de hoeveelheid gegevens toeneemt bij verdere detaillering van het ontwerp. Er dient echter een onderscheid gemaakt te worden ten aanzien van de aard van de gegevens. Op hoog niveau van abstractie zijn weinig (grotendeels gedrag beschrijvende) deterministische gegevens voorradig. Veel (grotendeels vorm en bouw beschrijvende) gegevens zijn nog stochastisch. Een verder detaillering van het ontwerp is dan ook niet zozeer de creatie van nieuwe gegevens, als wel de inenging van een stochastisch bereik.

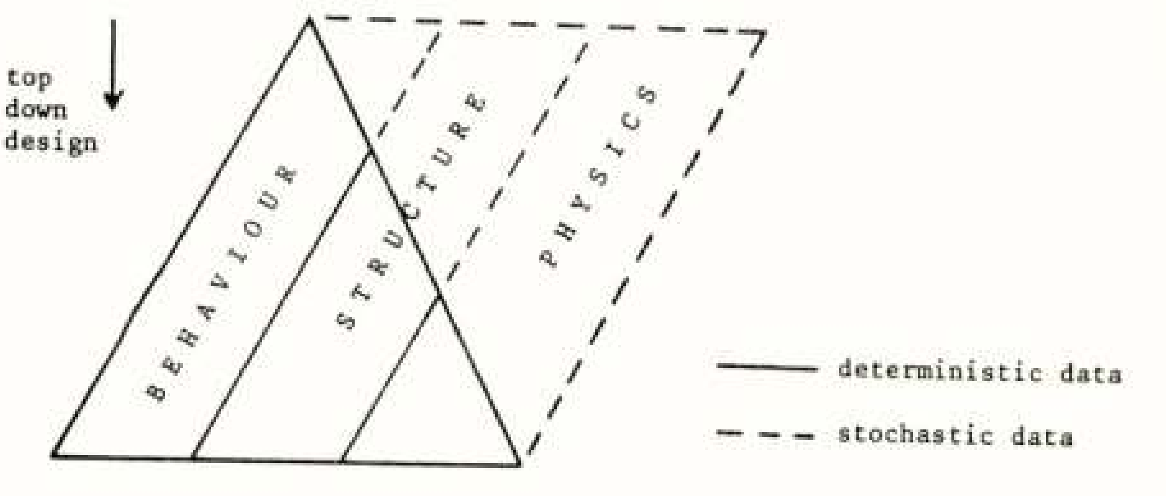


Fig. 4: Ontwerpen is het vastleggen van gegevens.

Uiteindelijk ontstaat een hierarchisch geordende verzameling van gegevens, waaraan de eis gesteld wordt, dat ze bestand dient te zijn tegen wijziging van proces-technologie en/of layout strategie. Deze eis houdt in, dat

1/. op het laagste niveau van abstractie gegevens aanwezig dienen te zijn met een vorm, een gedrag en een bouwbeschrijving en wel zodanig dat ze ondeelbaar zijn. M.a.w. het zijn de kleinste elementen met deze eigenschap.

2/. op elk niveau van abstractie de voorkomende elementen samenknopingen zijn van instantiaties van elementen uit het naastlagere niveau van abstractie. Deze relatie kan absoluut, relatief of procedureel zijn. Verandering van relatie leidt dan vanzelf tot verandering van layout strategie.

Een layout kan nu gerepresenteerd worden door structuur relaties (Noord, Zuid, West en Oost) en gedrag relaties (zelfde signaal gemeen) tussen elementen op hetzelfde abstractie niveau en instantiaties van elementen uit het naastlagere abstractie niveau. Vaste coordinaten en masker niveaus behoeven pas te worden toegekend als een maskertekening of een maskertape benodigd is. Dit leidt ertoe, dat het totale ontwerp zich kan aanpassen aan wijzigingen op het allerlaagste niveau ten gevolge van verandering in proces technologie. Met andere woorden deze datastructuur zorgt voor een draagbaar ontwerp ten opzichte van proces technologie en layoutstijl (Spaanenburg, 1983).

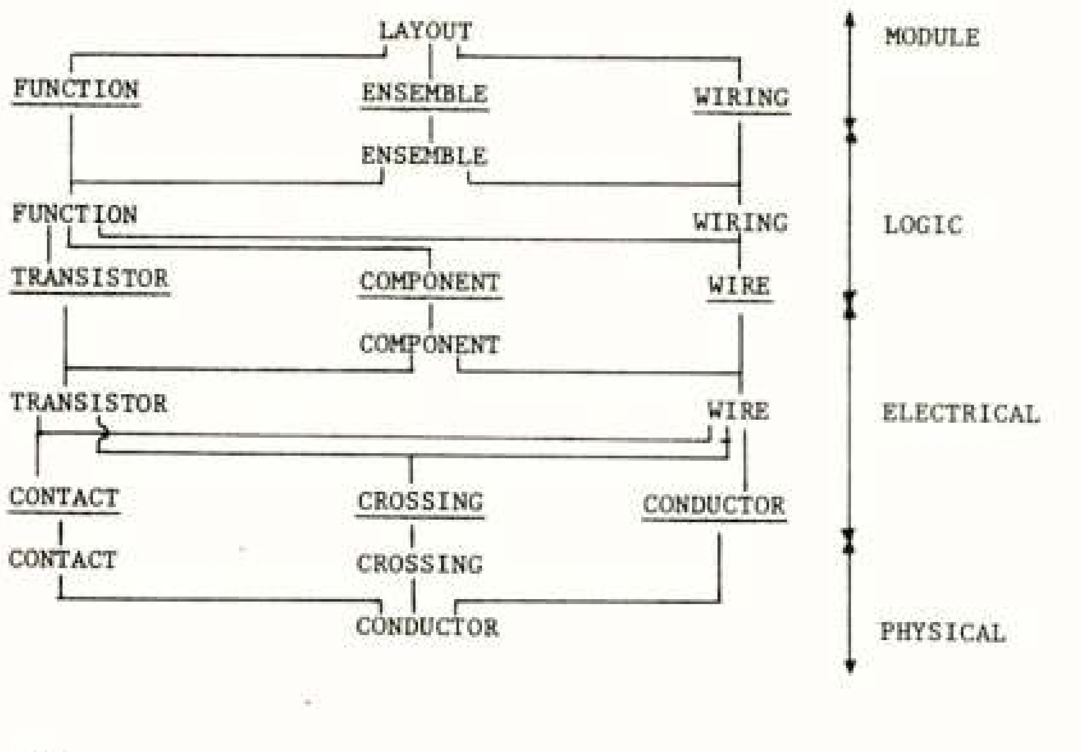


Fig. 5:

De structuur van hierarchische data opslag in FULLES.

De hierarchische ordening, zoals weergegeven in fig.5, is gebaseerd op een structurering wat vorm betreft: een masker layout is opgebouwd uit een aantal deellayouts. Deze scheiding voldoet aan de eerder gestelde eis, dat deelproblemen weinig tot geen onderlinge relaties dienen te vertonen. Het gedrag laat zich echter niet zo eenvoudig partitioneren: anders dan bij vorm ontstaat het gedrag van een systeem niet uit sommatie of concatenatie van het gedrag der deelsystemen. Voor matig complexe functies kan de scheiding in de tijd gerealiseerd worden door de signaal overdracht te synchroniseren. Voor zeer complexe functies levert dit ook weer problemen op.

Conventioneel wordt de vertraging van een digitale schakeling veroorzaakt door de aanwezige logische componenten. In een geintegreerde schakeling is dit niet veel anders. In de loop der jaren heeft de proces-technologie kans gezien steeds kleinere poorten te fabriceren, wat een der stuwende krachten achter de groei in complexiteit van geintegreerde schakelingen is. Kleinere poorten geven lagere vertragingswaarden; echter de vertraging veroorzaakt door verbindingen (vroeger verwaarloosbaar klein) neemt allengs toe. Tabel 1 maakt dit probleem numeriek zichtbaar (Mead, 1980). Kennelijk is voor zeer grote schakelingen bestaande uit zeer kleine transistoren een vertragings onafhankelijk scheidingsprincipe nodig. Zoals later getoond, kan hiervoor een asynchrone handshake gebruikt worden.

Tabel 1:

Invloed van proces technologie op vertragingstijden in een IC.

Detail grootte in um	Poort vertraging in ns	Lijnlengte met vertraging gelijk aan poortvertraging in mm		
		poly	diffusie	metaal
5	.25	.3	.5	17
.5	.025	.01	.02	.5

EEN EERSTE KENNISMAKING.

Inzicht komt voort uit ervaring, en om ervaring te verwerven zijn middelen en een doel noodzakelijk. Een eerste doel werd geleverd door prof. Swierstra (nu RU-Utrecht), die in oprechte ergernis over de mogelijkheden van de memory-management unit (MMU) van zijn PDP-11/34 door de electronische werkplaats van de RU-Groningen uit standaard componenten een nieuwe MMU liet bouwen. Een IC uitvoering zou nog mooier zijn, immers "small is beautifull". Middelen bestonden er reeds, doch hun toepassing was beperkt tot enkele honderden poorten (Spaanenburg, 1982). Een extra bovenlaag was nodig, doch gezien het experimentele karakter moest deze programmatuur snel gecodeerd, ontluisd en gewijzigd kunnen worden.

Als hogere programmeertaal werd SIMULA gekozen. Niet alleen vanwege de betere eigenschappen (Morel, 1982), als wel vanwege het feit dat er reeds ruime ervaring met systeem specificatie en simulatie in deze taal voor handen was. Twee software pakketten zijn vervaardigd:

1/. HARDSIM: in feite een functiebibliotheek die SIMULA uitbreidt zodat ontwerp en simulatie op gemengde niveau's van abstractie mogelijk wordt. Een HARDSIM systeem beschrijving is dan een SIMULA programma.
2/. LAYOUT, die van een HARDSIM systeem beschrijving een plattegrond afbeeldt, zodat de vormimplicaties van keuzes in de gedragsdetaillering zichtbaar worden gemaakt.

Het resultaat is een beschrijving van de inhoud van eenvoudige functies, en hoe ze verbonden dienen te worden. Van deze functies worden dan met de bestaande LSI georienteerde pakketten deellayouts ontworpen, welke vervolgens geassembleerd en naar maskertape overgezet worden.

Voor de eerste keer is dit traject doorlopen bij het al eerder genoemde ontwerp van een memory management unit. Een MMU beeldt de virtuele adresruimte van een processor af op de aanzienlijk grotere physieke adresruimte. In het onderhavige geval wordt ter optimalisering van de snelheid uitgegaan van een associatieve werking. Een aangeboden virtueel adres wordt vergeleken met de inhoud van een aantal virtueel adresgrens registers. De detectie op inhoud geeft dan tevens in een tweede registerbank aan, welk getal bij het virtuele adres opgeteld moet worden om het physieke adres te vinden. Drie architecturen zijn met HARDSIM en LAYOUT geanalyseerd:

1/. bij elke detailleringsstap werd een functionele partitie toegepast. Het resultaat was een afschuwelijke brei van verbindingen, zodat deze richting al snel verlaten kon worden.
2/. bij elke detailleringsstap werd een distributieve partitie toegepast. Het resultaat was een matrix van matrices van matrices: een regelmatige, eenvoudig te ontwerpen structuur, die echter groter en langzamer bleek dan 3/..
3/. bij elke detailleringsstap werd empirisch hetzij een functionele hetzij een distributieve partitie toegepast. Het resultaat was minder regelmatig, doch eenvoudig te genereren.

Een aangepaste versie werd in de loop van luttele weken verder ontwikkeld (Spaanenburg, 1983) en aangeboden voor integratie in een standaard NMOS proces als onderdeel van het eerste Australische multi-chip project verzameling (fig.6). Dit onderstreept tevens het belang van ontwerpdraagbaarheid, aangezien anders niet direct ingespeeld had kunnen worden op de plotselinge uitnodiging uit Australie. Een ander facet is, dat het aangeeft dat de fabricant van een IC niet de buurman van de ontwerper behoeft te zijn.

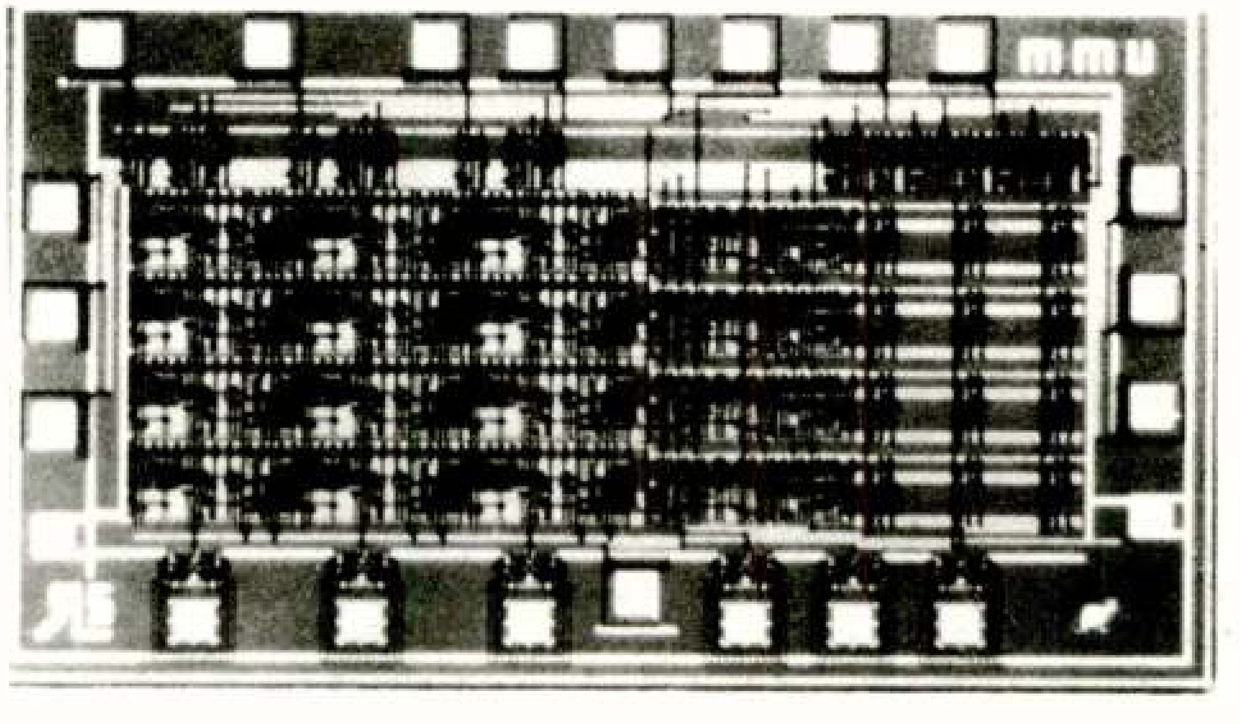


Fig. 6:

In de rechteronderhoek van chip F uit het eerste Austalische multi-chip project, is deze Nederlandse inzending gealloceerd.

EN NU EEN PROCESSOR.

Een tweede, wat langduriger project behelst het ontwerp van een enkel-chip microcomputer met Philips MAB8500 architectuur (Spaanenburg, 1984). In het voorbeeld was de complexiteit van het ontwerp beperkt door de communicatie tussen functies te verdelen over tien synchrone tijdsvensters. Instructies worden uitgevoerd in een of meer cycli van tien tijdsvensters. Uit tabel 2 blijkt, dat dit een aanzienlijke verspilling van executie tijd ten gevolge heeft. Het ligt voor de hand om te trachten functies te creeeren, die elkaar bij gebleken behoefte tot activiteit brengen los van een algemene synchroniserende klok. Een tweede probleem bestaat ten aanzien van de klassieke scheiding tussen controle pad en datapad. Uit de voorgaande partitie overwegingen volgt een voorkeur om controle delen in het datapad onder te brengen. Hieruit ontstaat een functie concept zoals afgebeeld in fig.7. De communicatie cel

Tabel 2: Verdeling van de effectieve instructie lengte over het instructie repertoire.

effectieve instructie lengte in tijdslots	aantal instructies met deze lengte
3	45
4	44
5	61
6	33
7	12
8	1
11	1
15	1
16	1
20	2

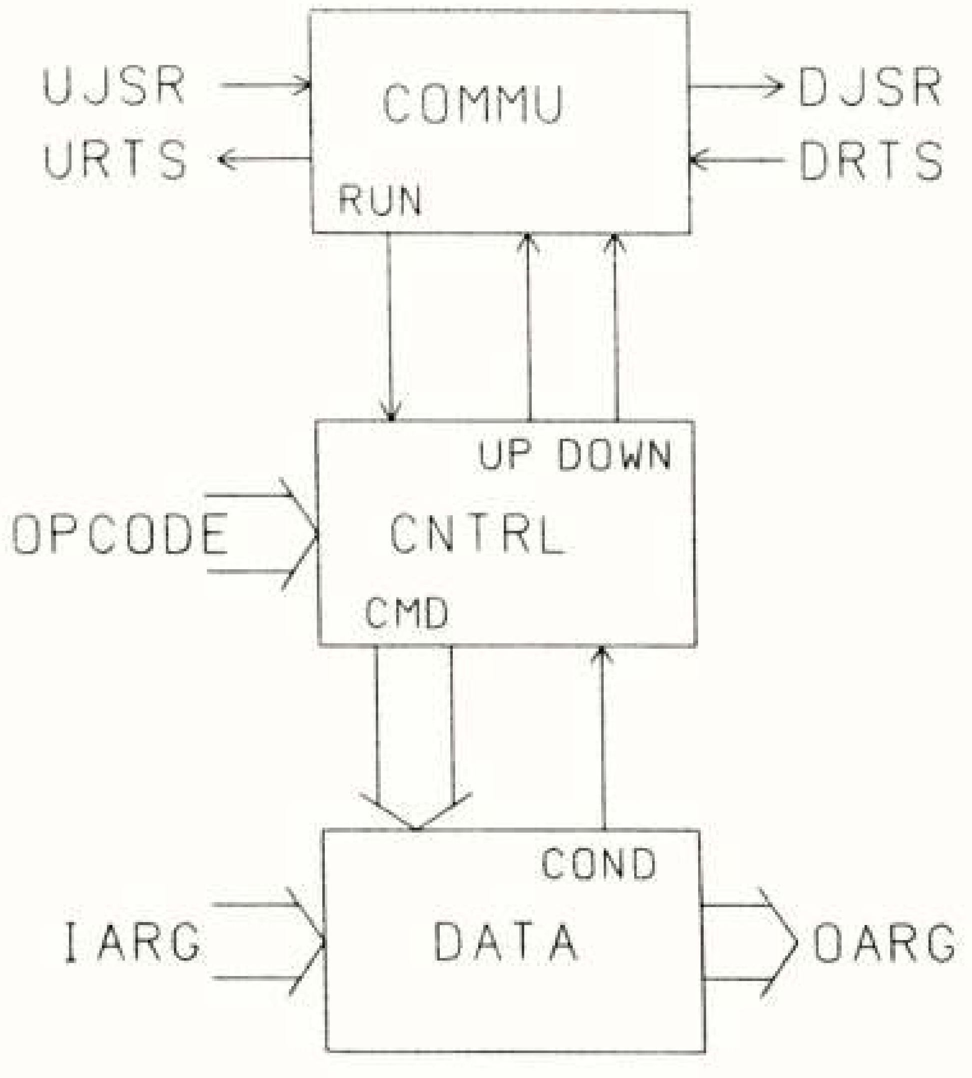


Fig. 7: Architectuur van een zelf-synchroniserende, zelftestende functie.

verzorgt het overdragen van commando's en datawoorden met voorgangers en opvolgers van de functie. Zodra deze tot activiteit wordt gebracht, zal de commando cel de aangeboden deelinstructie decoderen en op zijn beurt de datacel in positie brengen. Het aangeboden datawoord wordt verwerkt en beeindiging hiervan laat de commando eenheid de keuze om of dit de voorganger terug te melden of de opvolger(s) tot activiteit te manen. Dit concept stelt de ontwerper in staat om in alle vrijheid met parallel werkende functies te stoeien zonder rekening te hoeven houden met uit een nog te genereren layout voortvloeiende vertragingswaarden.

Blijft nog het probleem: hoe de communicatie eenheid zonder al te veel oppervlakte verspilling te realiseren. Gebruikelijk is om een sequentieel circuit (veelal gedefinieerd als toestandsdiagram) door middel van een geprogrammeerde logische array te realiseren. In het onderhavige geval is dit te groot, te langzaam en in zijn vormgeving te weinig flexibel. Een tweede innovatie was noodzakelijk: de directe afbeelding van toestandsdiagram op het silicium. Een silicium cel (de zgn. toestandcel) is ontworpen, die de werking van een knooppunt in een toestandsdiagram vertoont; een tweede silicium cel (de zgn. boog cel) beeldt de volgordelijkheid van de toestand af. Zulke cellen worden direct met elkaar door verbonden met aan iedere boog cel de logische conditie, waaronder de opvolgende toestand (of cel) actief wordt, als de voorgaande toestand (of cel) actief is. Een voorbeeld is gegeven in fig.8. Ervaring leert, dat de gesuggereerde realisatie in zijn vormgeving makkelijk aangepast kan worden aan de beschikbare ruimte. Verder blijkt het zeer snel te ontwerpen, maar bovendien 20% sneller te werken en 40-60% kleiner te zijn dan de gebruikelijke array realisatie (Spaanenburg, 1984).

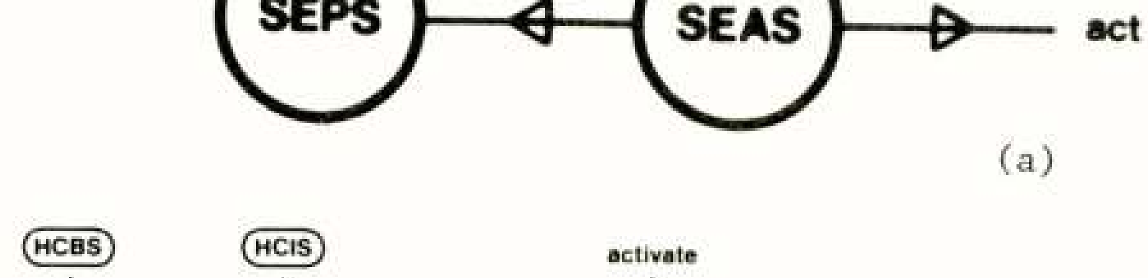
Op basis van deze concepten is de processor in FULLES ontwikkeld en volledig gesimuleerd. Tevens is een plattegrond van het IC vervaardigd (fig.9). Kenmerkend hierin is de afwezigheid van algemene signaalbussen. De onderlinge positionering van de functies is niet bepaald door de gemiddelde draadlengte van de verbindingen (en dus kloksnelheid) in verband met de afwezigheid van synchroniteit tussen functies, maar door de mate van behoefte aan onderlinge communicatie. Voor deze methodiek en de onderliggende concepten is inmiddels patent aangevraagd (Spaanenburg, 1983).

CONCLUSIES.

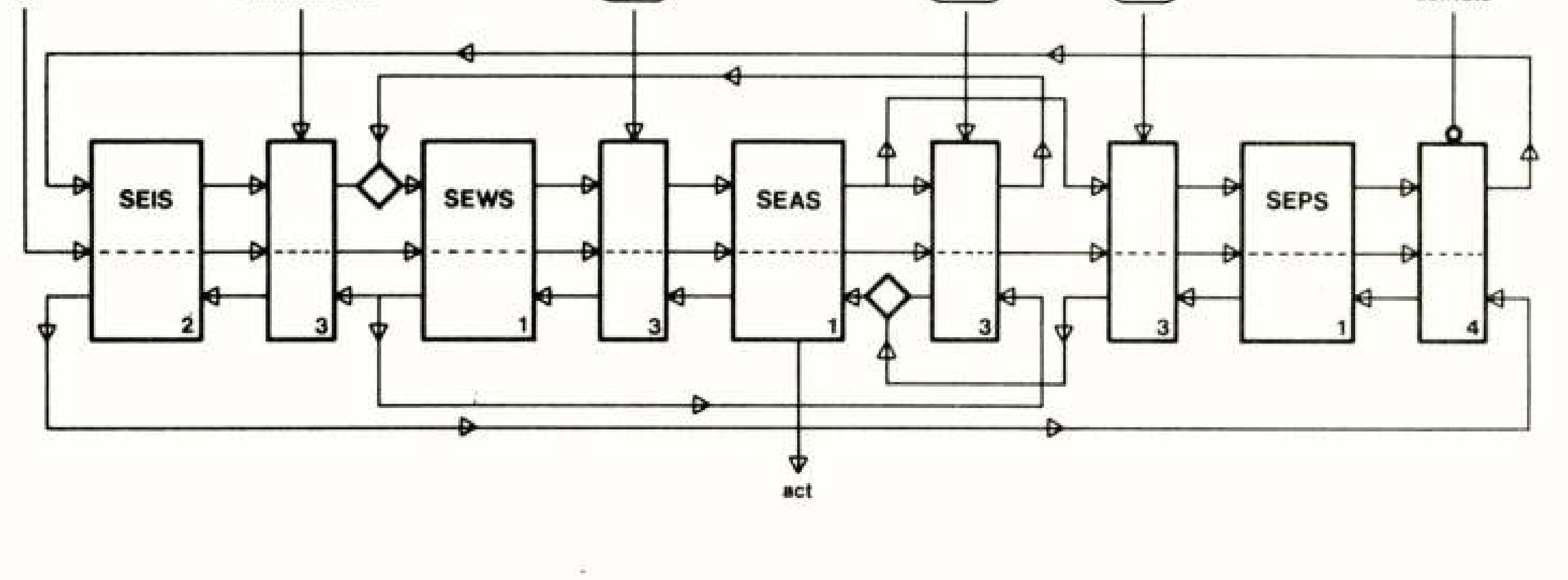
In het voorgaande zijn enige problemen en oplossingen geschetst, die voortvloeien uit een toenemende zorg voor de kwaliteit van VLSI ontwerp. Er is getoond, dat de wijze van partitionering van de initiele architectuur grote invloed heeft op de totale ontwerpinspanning. Een kwaliteitsfactor en twee hoog-niveau silicium primitieven zijn beschreven, die een recht-toe, recht-aan doch zeker ontwerp mogelijk maken. Een experimenteel software systeem is geintroduceerd, dat de gebezigde concepten ondersteund. De huidige inspanning

Fig. 8:

Omzetting van een toestandsdiagram (a) in een lineaire array van toestand- en boog cellen (b).



(a)



(b)

is gericht op een LISP ontwerp omgeving als onderdeel van het NELSIS project. Ervaring tot nu toe leert, dat het mogelijk is om de IC ontwerptijd merkbaar te reduceren onder gelijktijdige vergroting van de ontwerp zekerheid. Verdere ontwikkelingen zijn nodig op hoog-niveau van abstractie om kwaliteitsfactoren en silicium primitieven te vinden, die de ontwerptijd nog verder bekorten.

Aan de ontwikkeling van de beschreven concepten is door velen bijgedragen. Mijn dank gaat uit naar hen allen, in het bijzonder naar R.C.C.Luchtmeijer, R.Woudsma, P.B.Duin, G.J.Kleissen, H.v.d.Veen, W.E.Nieuweboer, C.Huijs, A.A.van der Poel en E.M.Holl.

VERWIJZINGEN.

Mead, C.A. en Conway, L., (1980), "Introduction to VLSI systems", Addison Wesley, Reading (MA, USA).

Morel, R.J.L. en Spaanenburg, L., (1982), "STAS: A mixed-level specification tool for VLSI chip assembling and simulation", Digest TENCON'82, pgs. 54-60, Hong-Kong.

Shima, M., (1979), "Demistifying microprocessor design", IEEE Spectrum.

Simon, H.J., (1962), "The architecture of complexity", Proc. of the American Philosophical Society", vol. 106, no. 6.

Spaanenburg, L., (1982), "Maatontwerp van digitale geintegreerde schakelingen", Tijdschrift van het Nederlands Electronica- en Radiogenootschap, deel 47, nr.5/6, pp.229-236.

Spaanenburg, L., Duin, P.B., Woudsma, R. en van der Poel, A.A., (1983), Nederlandse patentaanvraag 8303536.

Spaanenburg, L., Luchtmeyer, R.C.C., van der Poel, A.A. and Arts, P., (1983), "FULLES: A VLSI programming environment", Digest CICC'83, Rochester (NY, USA).

Spaanenburg, L., (1983), "Digital IC design at Twente University", Digest University / Government / Industry Microelectronics Symposium, pgs. 47-51, College Station (TX, USA).

Spaanenburg, L., Duin, P.B., van der Poel, A.A. en Woudsma, R., (1984), "One-chip microcomputer design based on isochronity and selftesting", Digest EDA'84, pgs. 161-165, Warwick (England).

Spaanenburg, L., Kleissen, G.J. en van der Veen, H., (1984), "Direct implementation of state diagram specifications", Digest CICC'84, pgs. 361-365, Rochester (NY, USA).

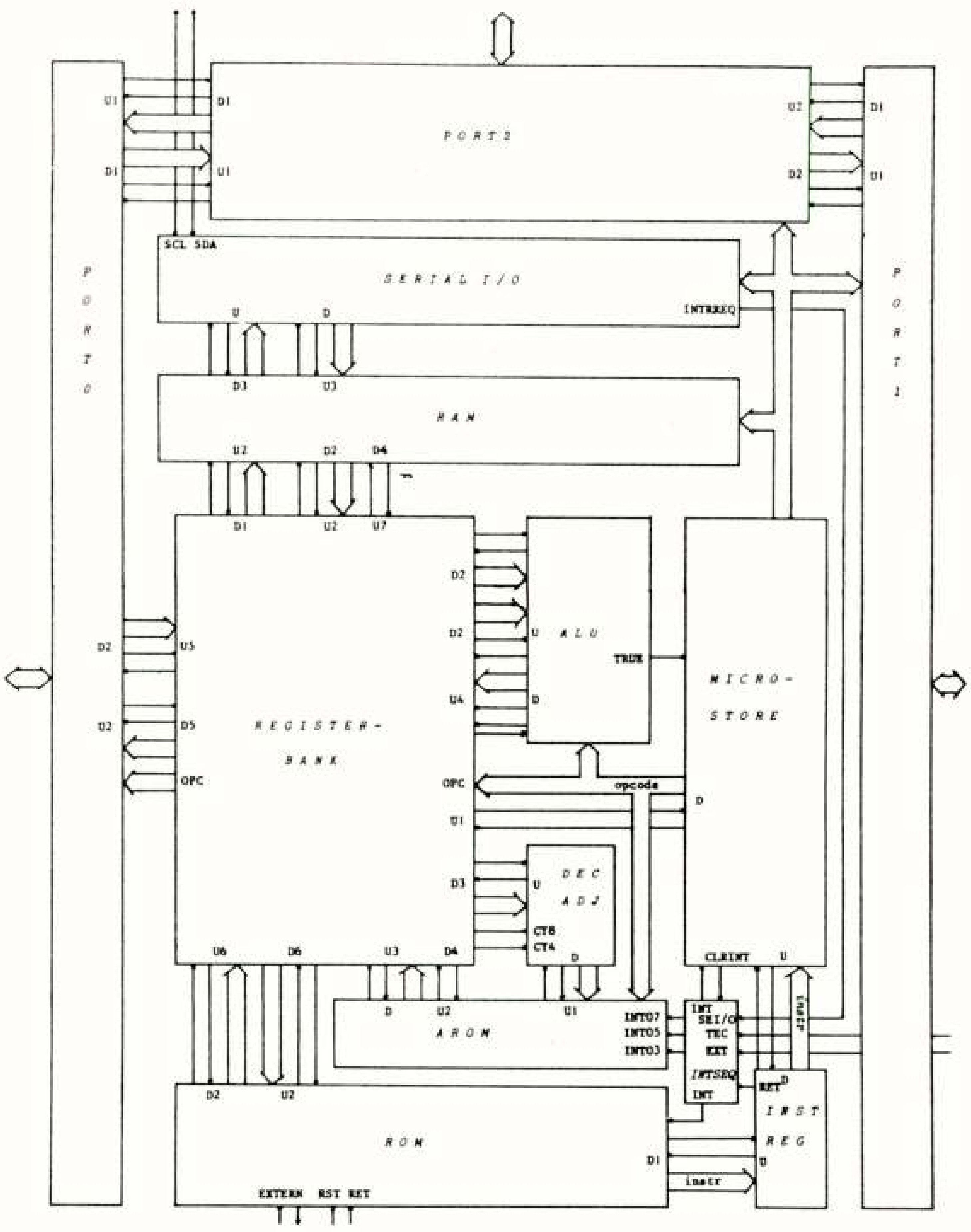


Fig. 9: Plattegrond van een 8-bits processor.

Voordracht gehouden tijdens de 317e werkvergadering.

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(322e werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK, KIvI
IEEE BENELUX SECTIE

UITNODIGING

voor de lezingendag op **woensdag 11 april 1984** in het **PTT-vergadercentrum** (Telefoondistrict Utrecht), **Burg. Fockema Andreaelaan 15** te **Utrecht.**

Thema: SYSTEMEN VOOR SPRAAKCODERING EN -HERKENNING
(Op deze werkvergadering, die een vervolg is op de werkvergadering van 24 januari, wordt de nadruk gelegd op producten. De meeste lezingen zijn voorzien van demonstraties.)

PROGRAMMA

11.15 uur: Ontvangst en koffie.

11.30 uur: **IR. C. B. DEKKER**, (Ingenieursbureau SITEK):
EEN OVERZICHT VAN PRODUCTEN, EN HOE JE WEG DAARIN TE VINDEN.

12.00 uur: **DR. M. BOOT**, (Inst. voor toegepaste taalkunde en computerlinguistiek, Rijks Univ. Utrecht) (op 24 jan. vervallen):
AUTOMATISCH VAN TEKST NAAR SPRAAK.

12.40 uur: Lunchpauze; de lunch zal U worden aangeboden door het NERG.

13.50 uur: J. So (Texas Instruments, Amsterdam):
DE TMS-320 SIGNAL PROCESSOR VOOR O.A. SPRAAKVERWERKING EN HET REGIONAL TECHNOLOGY CENTER (RTC) SUPPORT.

14.30 uur: P. Digovich (NEC Electronics Inc., Dusseldorf):
NEC SPEECH PRODUCTS FOR RECOGNITION.

15.10 uur: Theepauze.

15.25 uur: **ING. J. J. A. DEN OUDEN**, (PHILIPS ELCOMA, Eindhoven):
SPRAAKANALYSE-SYSTEEM VOOR DE MEA-8000 SYNTHESIZER CHIP.

16.05 uur: Sluiting.

De lezingen worden voorafgegaan door de algemene vergadering van het NERG.

In verband met de plaatsruimte is het aantal deelnemers aan de lezingen beperkt tot 125 personen.

Aanmelding voor de lezingen dient te geschieden vóór 3 april door middel van de aangehechte kaart, gefrankeerd met een postzegel van 50 cent. De kosten voor introducees zijn *f* 15,— per deelnemer en dienen vóór 3 april te zijn overgemaakt op bankrekening 10.11.08.230 van C. B. Dekker, secr. NERG, onder vermelding van "SPRAAK". Studenten hebben gratis toegang tot de lezingen.

Deelnemers dienen deze uitnodigingskaart mee te nemen en op verzoek te tonen bij de toegang tot het gebouw en de vergaderruimte.

NERG-leden die de algemene vergadering wensen bij te wonen, dienen dit aan te geven op de aangehechte kaart. Tevens dient te worden aangegeven of men de jaarstukken wenst te ontvangen.

Namens de samenwerkende verenigingen,
IR. C. B. DEKKER, secretaris NERG
telefoon 's-avonds 072-154453

Alkmaar, maart 1984.

VAN SCHRIFT NAAR SPRAAK: FONEMATISERING VAN HET NEDERLANDS

M. Boot
RU Utrecht
Afdeling Computerlinguistiek van de vakgroep TTCL
Wilhelminapark 11
3581 NC Utrecht

CONVERSION OF GRAPHEMES INTO PHONEMES: PHONEMATIZATION OF DUTCH. In order to construct automatic reading machines, we first have to convert the graphemes into phonemes. This paper gives an overview of the problem as well as the state of the art as far as the Dutch language is concerned.

INLEIDING

Aan een voorleesmachine zitten verschillende kanten. Gezien vanuit de gebruiker, zijn de ergonomische aspecten het meest belangrijk. Hieronder vallen zaken als de uitvoering van het apparaat en wat de taalkundige kant betreft, de natuurlijkheid van de uitspraak. Dit laatste is vooral een kwestie van spraaktechnologie, hetgeen buiten het kader van dit opstel valt. Voor men echter aan ergonomische en spraaktechnologische overwegingen kan toekomen, dient het probleem van de omzetting van letters in klanken te zijn opgelost. Met dit laatste probleem wil ik me hier bezighouden. Daarbij gaat het om een overzichtsartikel. Dit overzicht wordt beperkt gehouden tot het Nederlands.

PROBLEMEN

Er zijn grof gezegd drie probleemgebieden voor de automatische omzetting van letters in klanken. Problemen ten aanzien van afzonderlijke letters, problemen ten aanzien van de klemtoon van de woorden waarin de letters voorkomen en problemen ten aanzien van de zinsmelodie waarin de woorden voorkomen. Het computerprogramma moet weet hebben van de afzonderlijke letters, hij moet letten op de klemtonen van woorden en hij moet de klanken binnen woord en zin kunnen aanpassen aan de omgevingsfaktoren die een rol spelen. Dit laatste wordt assimilatie genoemd. In dit verband kan een voorleesmachine worden vergeleken met een kind dat pas begint te lezen. Voor beiden is het niet duidelijk dat eenzelfde letter nu eens zus dan weer zo wordt uitgesproken. De letter g in dag en dagen; de letter b in bed/bedden; de letter p in pet/opdoen. In het laatste geval hoort men een b ipv een p, terwijl de b in klubkas nu juist weer als een p wordt uitgesproken. In het woord herfstdag verdwijnt eerst de t, de s wordt z omdat er een d op de s volgt. Dit alles omdat het Nederlands gekenmerkt wordt door een assimilatie naar achteren, de zgn regressieve assimilatie. Dit in tegenstelling tot bv een taal als het Duits.

De letterproblemen zien er gekompliceerd uit. Toch is dit geheel aardig beregeld in het Nederlands. De regels vindt men beschreven in de fonologie van het Nederlands. Een stemhebbende medeklinker wordt bv aan het eind van een woord altijd stemloos (b/p en d/t). Een dubbele medeklinker wordt uitgesproken als een enkele medeklinker. Staat aan het eind van een lettergreep de kombinatie ng, dan wordt die als één klank uitgesproken (bang). De linker medeklinker wordt door de rechter medeklinker beïnvloed (regressieve assimilatie).

Ingewikkelder ligt het voor de letter e. Deze letter wordt in de woorden tafel, tabel, kabel en libel anders uitgesproken. De tweede e in evenredig wordt anders uitgesproken dan de eerste. Een tabellarisch overzicht van de problemen die samenhangen met de e vindt men in (1 en 2).

Ook de i plaatst de ontwikkelaar van een fonematiseerprogramma voor problemen. Zie bv de woorden vredig, liggen en spuigaten. In het programma zal een regel moeten zitten, waarmee de computer kan beslissen of de i in spuigaten hoort bij de u of bij de g. Hoort een i bij een g dan moet de computer weten of het daarbij gaat om de uitgang -ig. En daarmee zijn we gekomen aan het probleem van de lettergrepen.

WOORDAFBREKING

Pas wanneer de computer weet dat het niet gaat om ga-sex-plosie, maar om gas-ex-plosie kan hij beslissen dat de a in het eerste deel kort is. Hetzelfde geldt voor de e in lesuur, dat niet komt van le-suur, maar van les-uur. Ter oplossing van dit probleem zijn 2 voorstellen gedaan. De eerste generatie omzetters voegt een woordafbreekprogramma in; de tweede generatie lost dit probleem op met direkte patroonherkenning. De eerste generatie gebruikt daarvoor de eerste generatie woordafbreekprogrammas, waarvan men dagelijks de resultaten in de krant kan bekijken. Deze programmas maken tot 60% fouten. Dat was dan ook de reden dat de tweede generatie het probleem anders aanpakte, meer met technieken uit de kunstmatige intelligentie zoals patroonherkenning.

Een uitvoerige beschrijving van de beide technieken van fonematisering is te vinden in (1).

BOMMELDING

Er zijn echter meer problemen. Ze worden duidelijk in de volgende woorden: bommelding, gelig, en geredeneerd vanuit de uitspraak vrouwelijk. De meeste lezers zullen bij vrouwelijk en gelig direkt een uitspraak kiezen. Velen zullen zich echter afvragen wat voor ding een bommelding is, tot ze tot de konklusie komen dat het niet gaat om een ding, maar om een melding. Daarmee ligt bommelding in de lijn van spuigaten en gasexplosie, zij het dat het probleem hier ook wordt herkend door de normale taalgebruiker en niet alleen door de onnozelheid van de computer.

De 2 andere woorden vertonen een echte meerduidigheid die men alleen kan oplossen, wanneer men de uitspraak weet:

- Het vrouwelijk deel der schepping begint zich in sommige kulturen bewust te worden van haar "onderdrukte" positie.
- In de sloot lag een onherkenbaar vrouwe(n)lijk
- Het voorwerp was gelig van kleur
- Al dat gelig ben ik nu zat

Vergelijkbaar met dit soort problemen zijn woorden die uit vreemde talen komen. De Nederlander houdt bij voorkeur de oorspronkelijke klank aan en moet leren dat journaal anders wordt uitgesproken dan Joure en dat vlaai anders klinkt dan play.

Hoe kan men de computer dit soort moeilijkheden laten oplossen? Of moet hij ze niet zelf oplossen? Moet hij alleen maar signaleren dat hij extra informatie nodig heeft? Misschien een lijst van uitzonderingen opstellen die later met de hand moet worden verwerkt?

Kiest men voor handwerk, dan ontstaat de moeilijkheid dat men op den duur niet meer weet wat het computer programma nu wel en niet kan. Men konstrueert het programma dan namelijk al gauw zo dat in feite alle output met de hand moet worden gekontroleerd (denk aan tafel en tabel). Dit is al een heel zwakke strategie. In de computerlinguistiek wordt hij echter toch wel gebruikt, men heeft er zelfs een mooie term voor bedacht. Dit wordt genoemd de techniek van post-editing.

Kiest men voor een volledig automatische oplossing, dan lijken echter woorden als gelig onoplosbaar. Immers, zo is dikwijls de redenering, om dit soort woorden te herkennen, moet de computer alles van de hele wereld weten. Toch ligt de oplossing van het vrouwelijk of gelig mysterie heel wat dichterbij. Als lijk is vrouwe(n)lijk namelijk een zelfstandig naamwoord, als deel der schepping is "vrouwelijk" een bijvoeglijk naamwoord. De oplossing van het probleem is dus: Schrijf een computer programma dat woordsoorten onderkent. Dergelijke programmas bestaan. (3)

WOORDBETEKENIS

Een kleine restcategorie van moeilijkheden blijft nu nog over. Ze worden duidelijk in het woord balletje. Dat kan zijn een kleine bal of een klein ballet. Bij dit soort woorden gaat de truc van de woordsoorten niet op, want een kleine bal zowel als een klein ballet zijn zelfstandige naamwoorden. Nu moet de computer inderdaad kennis verzamelen over bal en ballet. Het gaat hier dus inderdaad om een puur inhoudelijk (semantisch) probleem. Hierbij kan alleen de rest van de tekst uitkomst brengen, ook voor de menselijke lezer. In principe kan ook de oplossing van dit probleem worden geautomatiseerd. Het taalvermogen van de computer is tegenwoordig inderdaad zo sterk dat hij teksten kan begrijpen, dat hij ze kan samenvatten en dat hij er vragen over kan beantwoorden, ook vragen waarvan het antwoord niet letterlijk in de tekst staat. Vragen dus waarop het antwoord alleen kan worden gevonden door deduktie. De belangrijkste school op dit gebied is de school van Roger Schank in Yale, waar de programmas MARGIE, SAM, PAM en QUALM werden ontwikkeld. Een uitgebreide bespreking van deze programmas vindt men in (1).

Voorleesmachines zoals ze tot nu toe werden ontwikkeld beperken zich echter tot de gevallen waarin geen inhoudelijke informatie nodig is. Dit omdat het vinden van inhouden een totaal ander soort programma vereist en de meeste moeilijkheden bij fonematisering met eenvoudiger middelen kunnen worden opgelost, zoals boven werd aangeduid.

NEDERLAND

Op 2 plaatsen wordt in Nederland aan een computer programma gewerkt dat schrift zou moeten omzetten in spraak. Het oudste van de 2 werd ontworpen op het Mathematisch Centrum in Amsterdam. Het is gebaseerd en totaal afhankelijk van de eerste generatie computer programmas voor woordafbreking. De programmas dus die zo'n 60% fouten maken. Onoplosbaar voor dit programma zijn veel voorkomende woorden als: tabel; tegenover; kabel; mevrouw; hoogleraar; lichaam; herken; generaal; losliggend; bedelaar. Onoplosbaar wil dan zeggen dat de ontwerpers totaal niet weten waar het aan ligt dat het programma deze woorden fout transcribeert. Het gevolg daarvan is dat er ook geen remedie voor gevonden wordt. Men heeft daaruit de konklusie getrokken dat het probleem zelf onoplosbaar is en dat er een uitgebreide handmatige kodering moet worden vastgeknoopt aan het werk van de computer. Men noemt dat zoals gezegd post-editing. De eerste generatie programmatuur voor fonematisering is in feite dus

half automatisch. Er is nu al ruim 10 jaar gewerkt aan het programma. Het programma is nog steeds niet rond. Er zijn alleen voorlopige publikaties over. Aan deze strategie wordt onder subsidie van ZWO verder gewerkt op het instituut voor fonetiek der RU Utrecht. De investeringen belopen ruwweg f.2.000.000,= Resultaten worden pas over een jaar of 8 verwacht.

FONGRAF

Aan de in de kop van dit artikel gemelde afdeling der RU Utrecht is gewerkt aan het programma FONGRAF, voor de automatische omzetting van geschreven Nederlands naar gesproken Nederlands. Het programma FONGRAF was een onderdeel van een experimentele voorleesmachine, die inderdaad is opgesteld. Eenmaal voor de NCRV televisie (programma HORIZON, 31 jan. 1981) en eenmaal voor de staf van het Akademisch Ziekenhuis Utrecht. De voorleesmachine bestond uit een ASCII invoer toetsenbord, een CYBER 175 voor de uitvoering van FONGRAF, een TRS 80 model 1 om de in- en uitvoer op te vangen en de uitvoer door te leiden naar een voice synthesizer. De voice-synthesizer was van Amerikaanse makelij en had ook het daarbij passende accent. Op het moment van uitvoering waren de volgende zaken geregeld: de uitspraak van afzonderlijke woorden, de assimilatie binnen de woorden. Niet geregeld waren zaken die samenhingen met zinsmelodie en slechts gedeeltelijk de zaken die samenhangen met woordaksent. FONGRAF heeft dezelfde prestaties als de andere programmas die regelrecht uit de tekst voorlezen. Dat wil zeggen: men moet minstens een paar minuten luisteren voor men verstaat wat er gezegd wordt, dan echter zijn er weinig problemen meer. De klank is zeer onnatuurlijk, zodat de machine zeker nog niet direkt in te zetten is als kommercieel produkt. Dat wordt overigens ook sterk veroorzaakt door het feit dat er gewerkt werd met een goedkope en Amerikaanse voice synthesizer. Momenteel zijn er betere en Nederlandse synthesizers te verkrijgen. Die zouden een betere performance veroorzaken. Kortom: de ergonomische aspekten zijn niet behandeld bij het ontwerp van FONGRAF.

Wel behandeld zijn de taalkundige zaken. De strategie wijkt daarbij sterk af van de eerste generatie. FONGRAF is gebaseerd op fonologische en morfologische inzichten en niet op lettergreep splitsing. Dit ondanks het feit dat door de afdeling computerlinguistiek ook een tweede generatie woordafbreekprogramma werd ontwikkeld dat geen onoplosbare moeilijkheden bevatte en evenmin handwerk noodzakelijk maakt. (1)
Er werd uitgegaan van het idee dat het niet goed is om een fonematiseerder te ontwikkelen die afhankelijk is van een programma voor een andere taak. De taalkundige wetten werden via een patroonherkenner geïmplementeerd. Zodoende ontstond een expert systeem voor niet inhoudelijke foneem transcriptie (FONGRAF). De testresultaten zijn vermeld in (2). Kort gezegd komen ze op het volgende neer: er zijn geen onoplosbare gevallen; er is geen hand kodering achteraf nodig: fouten kunnen gemakkelijk hersteld worden; de 1000 meest frekwente woorden van het Nederlands werden al bij de eerste test korrekt getranscribeerd. Latere verbeteringen aan het programma hebben het aantal voorkomende fouten gehalveerd, zodat er van kan worden uitgegaan dat van een willekeurige tekst uit de krant nu 99% van de letters goed wordt omgezet naar klanken.

Aan de eerste versie van FONGRAF is 3 manmaanden werk geweest. Het ging daarbij om een afstudeerprojekt, dwz de investeringskosten zijn aan de personeelskant slechts pro memorie geweest. De verbetering heeft nog eens 1 man-maand gekost. Aan rekentijd heeft de implementatie niet meer gekost dan f.30.000,=. Verdere verbeteringen zullen binnen dezelfde range van kosten blijven. Kortom: de ontwikkeling van FONGRAF heeft ongeveer 0,15 x het bedrag gebruikt dat de eerste generatie programmatuur volgens de begroting moet gaan kosten. Daarbij komt dat het programma in feite klaar is en wacht op een kommerciële implementatie, terwijl men bij het ZWO projekt nog maar moet afwachten of het ooit zover komt, zeker wanneer men zich realiseert dat het belangrijkste gedeelte van de output met de hand moet worden geproduceerd.

REFERENTIES

1: M. Boot: Taal, Tekst, Computer. Servire, Katwijk, 1984.
2: M. Boot: Fonematisering van geschreven taal in: Tijdschrift NERG, deel 49, n2 2, pp. 45-47, 1984.
3. M. Boot: Homographie. Ein Beitrag zur automatischen Wortklassenzuweisung in den Computerlinguistik, Utrecht, 1979.
4. M. Boot: Developing a Reading machine for the blind, in: Computers and Artificial Intelligence, vol.3, Nr.2, pp. 139-161, 1984.

Voordracht gehouden tijdens de 322e werkvergadering.

Technische Hogeschool Twente

Binnen de **VAKGROEP BESTURINGSSYSTEMEN EN COMPUTERTECHNIEK** Afdeling der Elektrotechniek van de Technische Hogeschool Twente wordt o.m. onderzoek gedaan aan het onderwerp Computervisie.

Bij deze vakgroep bestaat voor dit onderzoek een vacature voor een

wetenschappelijk assistent m/v

Het onderzoek omvat o.a.:

1) het zodanig bewerken en presenteren van beelden (b.v. röntgenopnamen) dat de visuele detecteerbaarheid c.q. herkenbaarheid van bepaalde (b.v. pathologische) kenmerken in het geobserveerde beeld wordt vergroot
2) het robuust opnemen, restaureren en bewerken van beelden met het oogmerk kenmerk bepalende grootheden in het beeld te herkennen met als doel de daarin vervatte informatie toe te passen voor het besturen van werktuigen en robot.

Taken:
De werkzaamheden zullen zijn gericht op het onderzoeken van alle factoren die het begrip "beeldkwaliteit" beschrijven en daarvoor objectieve (meet)schalen te ontwerpen waardoor de beeldkwaliteit objectief (d.w.z. machinaal) kan worden gewaardeerd.

Eisen:

— Ingenieursopleiding in de Elektrotechniek of Natuurkunde
— beschikken over kennis m.b.t geometrische optica, beeldbewerking en stochastische signaal bewerking
— belangstelling hebben voor fysische modelvorming en wiskundige beschrijvingen daarvan.

Er wordt samengewerkt met twee andere promovendi werkzaam op bovengenoemde gebieden 1) en 2).

De aanstelling geschiedt in tijdelijke dienst voor een periode van twee jaar en zal met ten hoogste twee jaar worden verlengd indien de verwachting bestaat dat het onderzoek met een promotie kan worden afgesloten.

Salariëring afhankelijk van opleiding, leeftijd en ervaring van minimaal ƒ 2.620,- tot maximaal ƒ 3.802,- bruto per maand.

Inlichtingen kunnen worden ingewonnen bij prof. D. Bosman, telefoon 053-893505 of bij ir. F.W. Umbach, telefoon 053-893501.

In het kader van het streven van de Technische Hogeschool Twente naar een evenwichtiger man-vrouw-verhouding in de personeelsopbouw, worden vrouwen die voor deze functie in aanmerking denken te komen, uitdrukkelijk uitgenodigd te solliciteren.

Sollicitaties vergezeld van een uitvoerig curriculum vitae binnen 14 dagen te richten aan de afdelingsdirecteur van de Afdeling der Elektrotechniek, Technische Hogeschool Twente, postbus 217, 7500 AE Enschede, onder vermelding van vacaturenummer 1258/84/B117.

Hogeschool
voor technische
en maatschappij-
wetenschappen

In Memoriam J.A. Greefkes.



Op 22 juni 1984 overleed op 72-jarige leeftijd Johannes Anton (Joop) Greefkes. Joop Greefkes werd geboren in Amsterdam waar hij in 1933 zijn opleiding aan de Hogere Technische School, afdeling Elektrotechniek, voltooide. Hij trad hierna in dienst van de firma N.V. Vos en Zonen voor het oplossen van sterkstroom problemen. Na 5 jaar bij N.V. Vos aanvaardde hij een betrekking bij de N.V. Philips te Eindhoven, afdeling Telecommunicatie. Hij was betrokken bij de ontwikkeling van het eerste draaggolf telefonie systeem van Philips dat nog voor de tweede wereldoorlog werd geïnstalleerd tussen Sydney en Maitland in Australië. Gedurende de oorlog heeft hij medegewerkt aan een aantal geavanceerde onderwerpen uit die tijd, zoals SSB radioverbindingen, echo onderdrukking en draaggolftelefonie waaronder het succesvolle 48-kanalen systeem, bekend onder de naam STR 7, dat in Nederland kort na de oorlog werd geïntroduceerd.

In 1938 schreef hij zich in als student aan de Technische Hogeschool Delft, doch de oorlog verhinderde dat hij deze studie kon beëindigen. Vanaf 1946 zette hij zijn werkzaamheden voort in het Natuurkundig Laboratorium van Philips. Vanaf die tijd heeft Greefkes vele jaren samengewerkt met ir. Frank de Jager. Deze samenwerking, die zich vooral afspeelde op het gebied van "signal processing" van spraaktransmissie leidde ertoe dat beiden in 1958 de Veder Prijs ontvingen voor hun werk aan smalbandtransmissie met lage signaal-ruis verhoudingen, het FRENA systeem.

Een zeer waardevolle bijdrage van beiden was de uitvinding van de deltamodulatie en de ontwikkeling van een digitale vorm hiervan (DCDM).

In 1959 gingen beiden hun eigen weg en hield Greefkes zich in het bijzonder bezig met codemodulatie totdat hij bij Philips werd gepensioneerd.

Zowel Greefkes als de Jager ontvingen gezamenlijk in 1972 de IEEE Award in International Communication in Honor of Hernand and Sosthènes Behn. Greefkes, een typische "selfmade" telecommunicatie ingenieur, met vooral een praktische, pionierende geest, beschouwde zijn carière ondanks zijn pensionering bij Philips, nog niet als beëindigd en trad in dienst van de TH Eindhoven, in de vakgroep Digitale Systemen. Zijn werk aldaar werd voor een deel weerspiegeld in zijn presentaties tijdens Eurocom 1974 en 1977 betreffende toepassingen van TDM in satellietverbindingen, "switching" netwerken voor analoge en digitale systemen en digitale codering.

In 1977 werd hij gepensioneerd aan de TH Eindhoven.

Van de hand van Joop Greefkes verschenen in binnenlandse en buitenlandse tijdschriften een groot aantal publikaties. Hij was Fellow van IEEE en houder van 35 patenten op het gebied van vooral spraakcodering en deltamodulatie.

Hij was sedert 1954 lid van het NERG.

Dr. E.J. Maanders.

EUROPEAN ASSOCIATION FOR SIGNAL PROCESSING EURASIP
THIRD EUROPEAN SIGNAL PROCESSING CONFERENCE

E U S I P C O - 8 6
2-5 September 1986
Den Haag

Voorzitter: Prof.dr. I.T.Young, Technische Hogeschool, Delft

De Europese signaalverwerkingscongressen EUSIPCO worden elke drie jaar georganiseerd door EURASIP, de European Association for Signal Processing.
In aansluiting op de voorgaande congressen EUSIPCO-80 (Lausanne) en EUSIPCO-83 (Erlangen), ligt het in de bedoeling dat tijdens EUSIPCO-86 zowel de theoretische als de praktische aspecten van de signaalverwerking belicht worden. Een nevendoel is het bevorderen van de contacten tussen de wetenschappers die werkzaam zijn in dit multi-disciplinaire onderzoekgebied.

Het programma omvat grensverleggend onderzoek, speciale toepassingen en nieuwe technologische mogelijkheden. Daarnaast worden meer algemene inleidingen gepresenteerd door erkende experts.

Alle voordrachten worden gepubliceerd in de Conference Proceedings. De voertaal is Engels. De belangrijkste aandachtsgebieden van EUSIPCO-86 zijn:

1-D SIGNAALVERWERKING: Signaal- en systeemtheorie, digitale filters
2-D SIGNAALVERWERKING: 2-D digitale filters, beeldverwerking, digitale video
SPRAAK EN GELUID: Modelvorming, codering, analyse, herkenning, digitale audio
DETECTIETHEORIE: Detectie- en schattingstheorie, meten, spectraananalyse
TOEPASSINGEN: Industriële, biomedische, geo- en astrofysische, radar, sonar
SOFTWARE, HARDWARE: Signaalverwerkingssoftware, algoritmes, architecturen, VLSI

Wetenschappelijke bijdragen voor EUSIPCO-86 zijn van harte welkom na de FIRST CALL FOR PAPERS die voorjaar 1985 verwacht mag worden. Nadere inlichtingen schriftelijk bij het secretariaat:

EUSIPCO-86 Conf.Secr.
TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT
Technische Natuurkunde - Kamer 236
Postbus 5046 - 2600 GA Delft

Het Zesde Symposium over Informatietheorie in de Benelux zal plaatsvinden op 23-24 mei 1985 in Steensel - N.Br.
We verwachten op dit symposium, net als vorige jaren, ongeveer honderd onderzoekers van diverse Universiteiten en Industrieën in de Benelux.

Informatietheorie betreft de grondslagen van de informatieverwerking en de informatietransmissie. Als gastspreker dit jaar is Prof.dr. A.Lohmann van de Universiteit van Erlangen uitgenodigd. Zijn voordracht is getiteld: "Parallel Computing on Light Beams". Onlangs heeft Prof. Lohmann de Max Born Prijs voor Natuurkunde gekregen, voor zijn werk aan de Optische Computer.

Van het Bestuur

NERG-Fonds Bijzondere Bestemmingen

Het bestuur van het genootschap heeft besloten de mogelijkheid te openen aan student-leden en aan studieverenigingen een financiële bijdrage te verlenen in de onkosten die samenhangen met bijzondere activiteiten, zoals bijvoorbeeld het houden van een voordracht op een wetenschappelijk congres of studiereizen.
Voorwaarde is dat de te subsidiëren activiteiten passen binnen de doelstellingen van het NERG, zoals vastgelegd in art. 2 van de statuten van het genootschap.
Aanvragen voor een bijdrage dienen gericht te worden aan het bestuur van het NERG, Postbus 39, 2260 AA Leidschendam.
Het verdient aanbeveling bij de aanvrage een kort overzicht van het doel waarvoor de subsidie wordt gevraagd bij te voegen, benevens een aanbeveling van een universitaire docent of hoogleraar. De aanvrager dient verder ook aan te geven welke andere bijdragen in de kosten zijn aangevraagd of verkregen.
Aanvragen kunnen het gehele jaar door worden ingediend. Het bestuur van het NERG beslist in het algemeen binnen 2 maanden na ontvangst van de aanvrage.

art. 2. van de statuten van het NERG:
De vereniging stelt zich ten doel het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de electronica en de informatietransmissie en -verwerking te bevorderen en de verbreiding en toepassing van de verworven kennis te stimuleren.

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden

Ir. J. van Drecht, Frederik Hendrikplein 8, 's-Gravenhage.
Ir. M.A. Kempenaar, Aartseveen 60, Eemnes.
Ing. D. Oorburg, Van Beethovenlaan 34, Hazerswoude.
Ir. N.A.M. Verhoeckx, Rooswijck 4, Eindhoven.

Nieuwe leden

Ir. J. van Duuren, Gr. van Prinstererlaan 22, Huizen NH.

Nieuwe adressen van leden

Ir. A.J.C. Bogers, Beukenlaan 157, Bleiswijk.
Drs. ir. G.J.M. Boorsma, Dennenlaan 5 b, Hollandsche Rading.
R. Decossaux, Utrechtsestraatweg 25, Rhenen.
Ir. J. Dijk, Veld. Montgomerylaan 327, Eindhoven.
Prof. ir. P.C. van der Geest, Rembrandt van Rijnlaan 6, Oegstgeest.
Ir. E. de Groot, Comansstraat 15, Alkmaar.
Ir. C.D. de Haan, Florahof 1, Noordwijk.
Ir. H.A.J.M. van Hoof, Elbalaan 26, Sassenheim.
Ir. P.A.G.M. Huijsmans, Croesinckplein 156, Zoetermeer.
Ir. B.J.A. Koenderink, Hackfort 43, Almelo.
Ir. K.S. Kho, Schiebroeksesingel 18, Rotterdam.
Jhr. ir. J.L. van Lidth de Jeude, Rhijnestein 2, Cothen.
Ir. H.J.A. de Ronde, Loyolalaan 40, Vught.
J.M. Schipper, Vermeerlaan 64, Woudenberg.
Ir. G.A. Schurink, Roerlaan 31, Son.
Ir. R. Slagter, Robert Kochplaats 211, Rotterdam.
Ir. H.M. Twigt, 't Hoogt 8, Hilversum.
Ir. C.D.R. de Vaal, Bisschopsmolen 25, Eindhoven.
Ir. O. Ying-Lie, Hageheldlaan 62, Eindhoven.

Overleden

E.V. Glaser, de Potterestraat 3, Oud Gastel.
Ing. J.A. Greefkes, Poortakker 1, Knegsel.
Ir. C. van Holten, Bergsingel 60 b, Rotterdam.
Ir. H.V.A.M. Maseland, Grunoplantsoen 32, Bunnik.
O.J. Selis, Beethovenlaan 345, Doorwerth.

Conferentieaankondigingen

International Conference on Computer Aided Engineering; 10-12 December 1984; University of Warwick, Coventry, UK *).

Audio Engineering Society; 77th AES convention; 5-8 March 1985; CCH Congress Centrum Hamburg. Contact adres: Ms. T.K.S.Bakker, c/o Polygram B.V., P.O.Box 23, 3740 AA Baarn, Holland.

8th International conference on software engineering; 28-30 August 1985; Imperial college London U.K.; Call for papers 15 Januari 1985*).

ICAP 85; 4th International Conference on Antennas and Propagation; 16-19 April 1985; University of Warwick, Coventry, U.K. *).

Photoelectric Imaging; 10-11 September 1985; IEE, Savoy Place, London U.K. *).

European conference on power electronics and applications; 16-18 Oktober 1985; EPE-Conference - Brussels; Contact adres: KVIV-Technologisch Instituut, Jan van Rijswijcklaan 58, B-2018-Antwerpen, België; tel. 00/32/3/2160996.

International conference on Measurements for Telecommunication Transmission Systems; 27-28 November 1985; IEE, Savoy Place, London, U.K. Call for papers 12 April 1985 *).

International Conference on Electric and Magnetic fields in medicine and biology; 4-5 December 1985; IEE, Savoy Place, London U.K.; Call for papers 7 January 1985 *).

*) Contactadres:
Conference Services IEE
Savoy Place
London WC2R OBL
United Kingdom
Tel. 01-240 1871 Ext 222
Telex: 261176 IEE LDN G

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 49 - nr. 5/6 - 1984

druk: de Witte Eindhoven